

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnologias

PGTA – Pós-graduação em Tecnologias Ambientais

**Proposta de Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana da
Bacia Hidrográfica do Prosa em Função do Uso e
Ocupação do Solo**

Getúlio Ezequiel da Costa Peixoto Filho

Orientador: Prof. Dr. Antônio Conceição Paranhos Filho

Campo Grande – MS

Abril 2008

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnologias

PGTA – Pós-graduação em Tecnologias Ambientais

**Proposta de Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana da
Bacia Hidrográfica do Prosa em Função do Uso e
Ocupação do Solo**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

Campo Grande – MS

Abril 2008

Peixoto Filho, Getúlio Ezequiel da Costa

Proposta de Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana da Bacia
Hidrográfica do Prosa em Função do Uso e Ocupação do Solo.
Campo Grande, 2008. 116p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul, 2008.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos

1. Sistema de Informações Geográficas (SIG). 2. Impactos Ambientais
Urbanos. 3. Gestão Ambiental Urbana.

FICHA DE APROVAÇÃO

Autor: Getúlio Ezequiel da Costa Peixoto Filho

Título: Proposta de Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana da Bacia Hidrográfica do Prosa em Função do Uso e Ocupação do Solo.

Dissertação defendida e aprovada em ____/____/____, pela comissão julgadora:

Antonio Conceição Paranhos Filho – UFMS (Orientador)

Robert Schiaveto de Souza – UFMS

Edílson Souza Bias – Universidade Católica de Brasília – UCB

Teodorico Alves Sobrinho (Coordenador)

“...Nunca ande pelo caminho traçado, pois ele conduz somente até onde os outros foram...”

Alexandre Graham Bell

“...Só a experiência própria é capaz de tornar sábio o ser humano...”

Sigmund Freud

AGRADECIMENTOS

Nesses três anos em Campo Grande, aprendi o quão importante é a ajuda do próximo para o nosso sucesso pessoal, pois sozinho nada somos.

Aprendi também que, mesmo não estando tão próximas, algumas pessoas são essenciais em nossas conquistas, “nossos parentes e amigos”.

Gostaria de começar meus agradecimentos por aquele que está todo o tempo ao nosso lado, “Deus” ser divino e supremo.

Aos meus pais que me deram o dom da vida, aos meus irmãos, aos meus sobrinhos, aos meus cunhados e outros familiares por todo carinho e atenção a mim dedicados.

Aos meus amigos, por dividirem comigo meus momentos de alegrias e frustrações.

Aos Professores Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho, Dr. Edilson Sousa Bias, Dr. Giancarlo Lastoria e Dr. Robert Schiaveto de Souza, por contribuírem para a elaboração deste trabalho, e por nossa amizade constituída.

À professora Dr^a. Leila Maria Mercê de Albuquerque, *in memoriam*, por sua contribuição.

Aos demais professores, servidores e alunos do Programa de Mestrado em Tecnologias Ambientais – PGTA e do Departamento de Hidráulica e Transportes – DHT da UFMS, por todo auxílio prestado.

Aos profissionais do Laboratório de Qualidade Ambiental – LAQUA/UFMS, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMADES/PMCG, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SEMA/IMAP e dos demais órgãos, pela colaboração.

Às Engenheiras Livia Miyuki Koga e Thaís G. Torres pelo precioso tempo despendido para contribuir com mais esta conquista.

Aos Graduandos em Engenharia Ambiental da UFMS, Éverton Ratier de Quevedo e Paulo Tarso Sanches de Oliveira, pela colaboração e amizade.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, Getúlio e Maria José, que me ensinaram seus exemplos de perseverança, e pela crença em meu potencial; aos meus irmãos Inácio e Elizabeth, por seus votos de confiança e por vossas amizades; aos meus sobrinhos, Vitor Hugo, Jonathan e Marcos Paulo, que me mostram todos os dias a essência do amor; e a todos que acompanharam de perto mais essa conquista.

SUMÁRIO

FICHA DE APROVAÇÃO.....	II
AGRADECIMENTOS.....	IV
SUMÁRIO.....	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE FOTOS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XI
RESUMO	XIV
ABSTRACT.....	XV
1- INTRODUÇÃO.....	1
3- OBJETIVOS.....	3
3.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4- CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO URBANA DO PROSA.....	4
4.1 - HISTÓRICO.....	4
4.2 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA	4
4.2.1 - <i>HIDROGRAFIA REGIONAL</i>	4
4.2.1.1 - A bacia do Prosa	6
4.2.2 - <i>PEDOLOGIA, GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA</i>	7
4.2.3 - <i>CLIMA</i>	8
4.2.4 - <i>FAUNA E FLORA</i>	9
4.3 - DENSIDADE DEMOGRÁFICA.....	9
4.4 - CARACTERÍSTICAS URBANAS DO LOCAL.....	10
5- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
5.1 - IMPACTO AMBIENTAL E POLUIÇÃO	11
5.1.1 - <i>IMPACTO AMBIENTAL URBANO</i>	14
5.2 - RISCO AMBIENTAL	15
5.2.1 - <i>MODELO GERAL DO RISCO</i>	16
5.2.2 - <i>ANÁLISE DE RISCO</i>	18
5.2.3 - <i>RISCO AMBIENTAL URBANO</i>	19
5.3- DANO AMBIENTAL	21
5.4- ECOSISTEMA URBANO	24
5.5- GESTÃO AMBIENTAL URBANA	25
5.6- PLANEJAMENTO AMBIENTAL URBANO E DISCIPLINAMENTO DO USO DO SOLO.....	27
5.7- INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA	29
5.8- GEOPROCESSAMENTO	30
5.8.1- <i>SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)</i>	31
5.8.2- <i>SENSORIAMENTO REMOTO</i>	32
5.8.2.1- Câmaras Fotográficas Aerotransportadas.....	33
5.8.2.2- Utilização de Sensores Remotos (CBERS – 2).....	34
5.8.2.3- Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Áreas Verdes (IAV).....	35
5.9- PLANEJAMENTO AMBIENTAL E URBANO DE CAMPO GRANDE.....	37
5.9.1- <i>PLANEJAMENTO AMBIENTAL E URBANO DE CAMPO GRANDE E A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS</i>	39
5.10- QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS	40
5.10.1- <i>MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA</i>	40
5.10.1.1- Objetivos do Monitoramento	41
5.10.2- <i>PADRÕES DE QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA</i>	42
5.10.3- <i>ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA</i>	43
5.10.3.1- Índice de Qualidade da Água modificado pela CETESB (IQA _{CETESB}).....	43
5.10.4- <i>PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA</i>	45

5.10.4.1- Parâmetros Físicos	46
5.10.4.2- Parâmetros Químicos	48
5.10.4.2- Parâmetros Biológicos	50
6- MATERIAIS E MÉTODOS.....	52
6.1- DIGITALIZAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS	53
6.2. DEMARCAÇÃO DOS DIVISORES DE ÁGUA DA BACIA.....	54
6.3. GEORREFERENCIAMENTO DA BASE CARTOGRÁFICA	54
6.4. TRATAMENTO DAS IMAGENS	56
6.5. VETORIALIZAÇÃO DOS <i>LAYERS</i>	57
6.5.1. CRIAÇÃO DOS <i>LAYERS</i>	58
6.6- LEGENDA DE COBERTURA ADOTADA	59
6.7- IDENTIFICAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA DA BACIA E REGIÃO URBANA DO PROSA.....	63
6.7.1- <i>Qualidade dos Corpos d'água Superficiais</i>	64
6.7.2- <i>O USO DO NDVI PARA AVALIAÇÃO DO ESPAÇO VERDE URBANO</i>	68
6.8- IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS IMPACTOS E RISCOS AMBIENTAIS URBANOS DA BACIA E REGIÃO DO PROSA	70
7- RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
7.1- DEMARCAÇÃO DOS DIVISORES DE ÁGUA DA BACIA	72
7.2- GEORREFERENCIAMENTO DA BASE CARTOGRÁFICA	72
7.3- CLASSES DA LEGENDA CORINE ADOTADAS	72
7.3.1- <i>Carta de Cobertura</i>	81
7.4- IDENTIFICAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA E REGIÃO URBANA DO PROSA	83
7.4.1- <i>Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais</i>	83
7.4.1.1 – Índices de Qualidade de Água (IQA)	90
7.4.2- <i>O uso do NDVI para avaliação do espaço verde urbano</i>	93
7.5 - IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS E RISCOS AMBIENTAIS URBANOS DA REGIÃO DO PROSA.....	97
8- CONCLUSÕES	103
9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Região e da Bacia Urbana do Prosa.....	5
Figura 2 - Principais cursos d'água da Bacia do Prosa.....	6
Figura 3 – Modelo geral do risco.....	17
Figura 4 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas.....	44
Figura 5 – Padronização IQA das cores representativas.....	45
Figura 6 – Tipos de Sólidos presentes na coluna d'água.....	47
Figura 7 – Etapas propostas para elaboração do mapa de risco ambiental urbano.....	53
Figura 8 – Mosaico das cartas da SEMUR na escala de 1:10.000, de 1983, coordenadas UTM, datum SAD 69, no qual se localiza a microbacia do Córrego Prosa.....	55
Figura 9 – Janela do Programa Geo-TiffExamine (MENTOR, 1999), que associa pares TIFF/TFW (GEOTIFF) de cada uma das fotos.....	56
Figura 10 – Exemplo de arquivo TFW do GEOMORENA (PLANURB, 2004b), no caso a foto 748-733.....	57
Figura 11 – Comparação entre a vetorização de um trecho curvo, realizado no Arc View (Esri,1998) (à direita) e pelo MaPublisher (Avenza, 2001) (à esquerda).....	57
Figura 12 – Janela MaPublisher 4.0 (AVENZA, 2001) demonstrando os parâmetros a serem adicionados ao programa.....	58
Figura 13 – Janela MaPublisher 4.0 (AVENZA, 2001) demonstrando as informações cartográficas.....	58
Figura 14 – Esquema teórico para a construção de uma nomenclatura de tipos de cobertura dos solos (HEYMANN <i>et al.</i> , 1984 <i>apud</i> PARANHOS F ^o , 2000).....	60
Figura 15 – Quantificação da densidade de uma feição espacial (FERANEC <i>et al.</i> , 1995 <i>apud</i> BOSSARD <i>et al.</i> , 2000).....	62
Figura 16 – Metodologia utilizada na determinação dos parâmetros utilizados no método de estimativa de vazão.....	63
Figura 17 – Pontos de coleta. Essa figura demonstra as poções aonde há maior impermeabilização e maior concentração de áreas verdes da bacia do Prosa.....	66
Figura 18 – Variação sazonal do climograma.....	69
Figura 19 – Esquema mostrando as fases de execução do trabalho, para obtenção do NDVI.....	70
Figura 20 – Determinação de risco ambiental urbano.....	71
Figura 21 – Área urbana densa constituída basicamente por residências.....	73
Figura 22 – Área urbana densa constituída por edifícios e residências.....	73
Figura 23 – Área urbana pouco densa coberta por mais de 90% de solo exposto e vegetação. Área recém parcelada.....	74
Figura 24 – Área urbana pouco densa coberta por mais de 90% de solo exposto e vegetação.....	74
Figura 25 – Área urbana mediamente densa constituída por residências e grandes vazios urbanos.....	75
Figura 26 – Unidade comercial. Note à esquerda o Paço Municipal e à direita uma área predominantemente comercial composta por escolas, SESC, entre outros.....	76
Figura 27 – Quadra com área de uma universidade, no caso a UNIDERP.....	76
Figura 28 – Distribuição espacial das ruas pavimentadas e não pavimentadas da bacia do Prosa.....	77
Figura 29 – Parque dos Poderes.....	79
Figura 30 – Parque das Nações Indígenas.....	79
Figura 31 – Praça localizada no Bairro São Bento. Note a presença de quadras de esportes e espécies arbóreas.....	80
Figuras 32 e 33 – Chácaras Urbanas, localizadas no Bairro Jardim Veraneio, próximo ao Parque dos Poderes.....	81
Figura 34 – Carta de Cobertura do solo da bacia do Prosa. Fotointerpretação ano de 2003.....	82
Figura 35 – IQA _{CETESB} dos córregos da bacia hidrográfica do Prosa.....	91
Figura 36 – Índice de Vegetação dos Bairros Jardim Veraneio e Centro.....	94
Figura 37 – Distribuição do NDVI dos bairros da Bacia do Prosa para o mês mais chuvoso.....	96
Figura 38 – Distribuição do NDVI dos bairros da Bacia do Prosa para o mês mais seco.....	96

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Lago formado na cabeceira do Córrego Sóter. Note a descarga de águas pluviais e mais embaixo a característica visual da água	86
Foto 2– Construção do lago para desassorear o Lago Maior do Parque das Nações Indígenas (17/11/2006).....	87
Fotos 3– Obra de manejo de águas pluviais nas proximidades do <i>Shopping</i> Campo Grande. Dissipador de energia tipo impacto	88
Foto 4 – Junção dos Córregos Joaquim Português e Desbarrancado	89
Foto 5 – Taludes sofrendo processo erosivo nas cabeceiras do Córrego Sóter	89
Foto 6 – Assoreamento provocado no espelho d’água do Parque Sóter	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – População Residente e Taxa Média de Crescimento Anual no Município de Campo Grande, MS– 1980/2000.....	10
Tabela 2 – Características da Câmera Imageadora de Alta Resolução CCD.....	35
Tabela 3 – Representação numérica do IQA/CETESB.....	45
Tabela 4 – Classes de cobertura dos solos do Projeto CORINE (HEYMANN <i>et al.</i> , 1994; PARANHOS Fº 2000).	61
Tabela 5 – Valores de C adotadas pela Prefeitura de São Paulo (WILKEN, 1978 <i>apud</i> TUCCI, 2001).	63
Tabela 6 – localização dos pontos de coleta.....	65
Tabela 7 – parâmetros de análise de qualidade de água.....	65
Tabela 8 – Parâmetros, pesos e variações de qualidade água para IQA _{CETESB}	67
Tabela 9 – Variações de qualidade água com base no IQA _{smith}	68
Tabela 10 – Dados da imagem CBERS-2 utilizada.	68
Tabela 11 – Índice de impermeabilização Ia e coeficiente de escoamento superficial C da bacia hidrográfica do Prosa obtidos a partir da carta de cobertura de 2003.	83
Tabela 12– Resultado da análise de água dos Córregos Prosa e Sóter.....	84
Tabela 13 – Valores dos subíndices obtidos na tabela do IQA _{CETESB}	90
Tabela 14 – Valores de IQA _{CETESB}	91
Tabela 15 - IQA _{Smith}	92
Tabela 16 – Comparação dos resultados com a legislação.....	92
Tabela 17 – Valores de NDVI dos bairros da bacia do Prosa para os meses úmido e seco.	95
Tabela 18 – Unidades de Planejamento e sua abrangência.....	98

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AOI – *Areas of Interest*

APP – Área de Preservação Permanente

Av. – Avenida

BAP – Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai

CBERS – *Chinese Brazilian Earth Resources Satellite* (Satélite sino-brasileiro de observação da terra)

CCD – Câmara Imageadora de Alta Resolução

CECA – Conselho Estadual de Meio Ambiente

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CF/88 – Constituição Federal de 1988

CMDU – Conselho Municipal de Desenvolvimento e Urbanização

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CORINE – *Coordination of Information on the Environment*

CT – Coliformes Totais

DBO – Demanda Química de Oxigênio

DP – Desvio Padrão

DPI – *Dots per inch*

DQO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

E.U.A – Estados Unidos da América

FEARO – *Federal Environmental Assessment Review Office*

FNMA – Fundo Nacional de Meio Ambiente

GDU – Guia de Diretrizes Urbanísticas

GIS – *Geographic Information System*

GU – Grau de Utilização

hab. – Habitantes

Ia – Índice de Impermeabilização

IAV – Índice de Áreas Verdes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMAP – Instituto de Meio Ambiente Pantanal

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IQA – Índice de Qualidade de Água

IRMSS – *Infrared Multispectral Scanner*

L - Litro

LAQUA – Laboratório de Qualidade Ambiental

MDT – Modelo Digital de Terreno

Mg - Miligrama

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MS – Mato Grosso do Sul

N – Nitrogênio

NCGIA – *National Centre for Geographical Information na Analysis*

NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index* (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)

NH₃ – Amônia

NIR – *Near Infra Red* (Infravermelho Próximo)

NMP – Número Mais Provável

NO₂. d – Nitrito

NO₃. – Nitrato

NTU – *Nephelometric Turbidity Unit*

O₂ – Oxigênio

OD – Oxigênio Dissolvido

OMS – Organização Mundial de Saúde

P – Fósforo

PDCG – Plano Diretor de Campo Grande

PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica

pH – Potencial Hidrogeônico

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente

PMCG – Prefeitura Municipal de Campo Grande

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PP – Potencial de Poluição

RESP – Áreas de Regime Urbanístico Específico

RUP – Região Urbana do Prosa

SANESUL – Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SEMADES – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SEMUR – Secretaria Municipal de Controle Ambiental e Urbanístico

SESC – Serviço Social do Comércio

SESOP – Secretaria Municipal de Serviços e Obras Públicas

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SINGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

TIFF – *Tagget Image File Format*

UNIDERP – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal

UTM – *Universal Transverse Mercator*

WFI – *Wide Field Imager*

RESUMO

Com o aumento populacional urbano desordenado, foram intensificados alguns impactos decorrentes, principalmente da grande necessidade de energia externa como fonte de matéria prima e de área para assimilação de resíduos, e, devido ao fato desse crescimento não ser acompanhado por um processo de gestão e planejamento do uso e ocupação do solo, está sendo comprometida, cada dia mais, a qualidade ambiental do meio urbano. Portanto, é necessário se conhecer as características do espaço urbano, seu uso e ocupação do solo e sua qualidade ambiental, para se identificar e minimizar os impactos e riscos ambientais urbanos, além de auxiliar o planejamento e gestão ambiental e urbana. A primeira fase deste estudo foi o levantamento de dados básicos, tais como: aquisição, digitalização e correção geométrica da carta base; aquisição de fotografias aéreas de pequeno formato; revisão bibliográfica e levantamento de campo. A segunda fase iniciou-se com a vetorialização dos dados da carta base, atualizando-os de acordo com as fotografias aéreas do programa GEOMORENA (PLANURB, 2004b). Com as curvas de nível vetorializadas definiu-se os divisores da bacia do Prosa. Adotando a Legenda CORINE (Coordination of Information on the Environment) e utilizando as fotografias aéreas do programa GEOMORENA (PLANURB, 2004b), bem como os vetores das quadras extraídos a partir da carta base, classificou-se o uso do solo. Analisou-se e espacializou-se a qualidade da água dos córregos da bacia do Prosa. Com a utilização de imagens CBERS-2/CCD, gerou-se o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) para avaliar o espaço verde urbano. No final do trabalho, buscou-se relacionar os resultados obtidos, levantar os principais impactos e riscos ambientais da bacia e região urbana do Prosa e identificar quais desses produtos devem ser trabalhados em nível de bacia hidrográfica e em nível de região urbana.

Palavras Chaves: Geotecnologias; Impactos Ambientais Urbanos; Bacia Hidrográfica; Região Urbana do Prosa.

ABSTRACT

With the disordered urban population increase some environmental impacts were intensified, mainly happening due to the necessity of external energy, as a source of feedstocks and an area to assimilation of residues. Because of this enlargement not followed by one process of management and planning of land development, it's committing each day more the environmental quality of urban environment. Therefore, it's necessary to know the characteristics of the urban space, its land development and its environmental quality, so that we can identify and minimize the urban environment impacts and risks, helping the planning on urban environment management. The first stage of this study was the rising of basic data, like: acquisition, digitalization and geometric correction of the cartographic basis, besides the acquisition of small format aerial photographs, literature review and field work survey. The second stage began with the vectorization of cartographic basis data, updating them in agreement of the aerial photographs of GEOMORENA (PLANURB, 2004b). With the levels curves vectorized the watershed of Prosa basin was determined. The soil utilization was classified using the CORINE caption and utilizing the aerial photographs of GEOMORENA (PLANURB, 2004b) and the limit of square place extracted from the cartographic basis. It was also analyzed and spatialized the water quality of the Prosa basin streamlet. With the utilization of CBERS-2/CCD image, the NDVI was generated to evaluate the urban green space. This study also intended to correlate the obtained results and to raise the main impacts and environmental risks of the Prosa basin and urban region identifying which of these products must be worked on the level of the basin or urban region.

Key words: Geotechnologies; Urban Environmental Impacts; Prosa's Basin; Urban region.

1- INTRODUÇÃO

Desde os primórdios de seu aparecimento até os dias atuais, o homem vem alterando as características do meio. No início, a influência do homem sobre o equilíbrio ecológico era mínima, pois, assim como outros animais, sobrevivia do que o meio podia lhe oferecer. Em sua história, o homem inventou diversos instrumentos/tecnologias, e como uma destas descobertas temos o fogo, que ainda se constitui como um dos meios mais poderosos de alteração dos habitats. O ser humano, então, passou a controlar e a dominar a terra, o cultivo e os animais; e a partir da revolução industrial, a utilização do petróleo e outras fontes de energia não-renováveis foi cada vez mais crescente, acentuando, desta forma, a degradação do ambiente.

SENENT (1979) afirma que os efeitos dos “fenômenos urbanos” são acrescentados a essa nova fase industrial. Até este momento, o processo histórico da urbanização, iniciado sobre a base do excedente produzido pelo trabalho agrícola, não tinha deixado sentir uma grande influência sobre o meio ambiente. Mas, com a revolução industrial, acentua-se a migração da população do campo para a cidade. Esta migração, marcada pela mudança do padrão de consumo, é o marco histórico do aumento da população urbana mundial. Com o decorrer das décadas do pós revolução industrial, a população urbana vem aumentando a sua proporção em relação à rural e, com isso, culminando no inchaço populacional das cidades, principalmente dos grandes centros urbanos. O aumento populacional, principalmente o urbano, intensificou alguns impactos ambientais decorrentes da grande necessidade de energia externa como fonte de matéria prima e de uma área externa para a assimilação de resíduos (DIAS, 2002).

No Brasil, assim como em boa parte do mundo, os ambientes urbanos têm concentrado cada vez mais a população. Segundo GUERRA & CUNHA (2001), a concentração urbana no Brasil é da ordem de 80% da população e o seu desenvolvimento tem sido realizado de forma pouco planejada, permeada por grandes conflitos institucionais e tecnológicos. Essa concentração, agregada à falta de planejamento e ao crescimento acelerado e desordenado, tem provocado uma série de mudanças ambientais.

No Município de Campo Grande, esta situação não é muito diferente, pois, segundo a PLANURB (2003), a população urbana representava 98,84 % de toda população em 2000. Esse acelerado processo de crescimento populacional, atrelado à falta de infra-estrutura e de medidas públicas voltadas à adoção de práticas e procedimentos relacionados ao adequado uso e ocupação do solo, intensificou os problemas ambientais e sócio-econômicos do

Município. Portanto, principalmente na área mais urbanizada, há uma exigência de novos métodos de análise para discutir a questão dos impactos ambientais urbanos, os quais estão interligados diretamente com a expansão urbana e com o crescimento populacional da cidade, que durante as últimas décadas, segundo PLANURB (2003), foi marcado por um aumento de quase quatro vezes entre os censos de 1970 e 2000.

Sendo assim, a aplicação do geoprocessamento no que se refere ao planejamento urbano da região urbana e da bacia do Prosa possibilita contemplar o maior número de aplicações possíveis, indo do controle ambiental até questões fundiárias, da identificação de impactos ambientais até o levantamento de zonas de risco. Também se faz essencial a criação de um banco de dados georreferenciado, o qual possibilitará a fiscalização do uso do solo e facilitará, por exemplo, processos de licenciamento e monitoramento dos seguimentos industriais.

Optou-se por escolher a Bacia e a Região Urbana do Prosa devido à existência de estudos anteriores e aos contrastes encontrados, tais como: áreas densamente povoadas, outras pouco parceladas; áreas com alto índice de vegetação, outras com baixo índice; áreas com presença de unidades de conservação e outras não; contudo as metodologias utilizadas nesse estudo podem ser aplicadas a qualquer outra área urbana, necessitando, para tal, de algumas adaptações.

3- OBJETIVOS

Apresentar uma proposta de avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia hidrográfica do Prosa por meio de geotecnologias.

3.1 - Objetivos Específicos

- Identificar, juntamente com a revisão de outros trabalhos e com saídas de campo, as principais potencialidades e suscetibilidades à ocorrência de eventos ambientais adversos;
- Levantar os principais impactos e riscos ambientais urbanos;
- Elaborar um mapa de uso do solo da região utilizando a Legenda Corine.

4- CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO URBANA DO PROSA

4.1 - Histórico

Na década de 50, antes da Região Urbana do Prosa (RUP) iniciar seu processo de ocupação urbana, uma grande área, hoje correspondente a parcela do Setor Veraneio, foi loteada para chácaras destinadas ao uso rural. Na década posterior, foi parcelada para fins urbanos uma grande área contígua a essas chácaras, o Jardim Noroeste, que estava, na época, localizado em área extremamente longe do *continuum* da malha urbana, na saída para Três Lagoas, traçando-se assim, o limite leste da cidade até os dias de hoje. Paralelamente a abertura destes loteamentos, a RUP foi se desenvolvendo como extensão da Região Urbana do Centro, favorecida pela Av. Mato Grosso e pela Av. Ceará, dois importantes eixos do tráfego viário (PLANURB, 1998a).

4.2 - Caracterização Física da Área

A Região Urbana do Prosa é uma das sete Regiões Urbanas do Município de Campo Grande, criadas pelo Plano Diretor de Campo Grande, Lei Complementar nº. 5, de 22 de novembro de 1995 (CAMPO GRANDE, 1995) alterado pela Lei Complementar nº. 94, de 09 de outubro de 2006 (CAMPO GRANDE, 2006). A RUP possui uma área de 5.463,85ha, e tem como limites as Regiões Urbanas do Segredo, do Centro e do Bandeia (figura 1).

4.2.1 - HIDROGRAFIA REGIONAL

Em Campo Grande, o Rio Anhanduí é o principal curso de água, destacando-se como contribuintes os córregos Sóter, Lageado, Imbirussu, Bandeira, Prosa, Segredo, entre outros. Sendo o Rio Anhanduí tributário do Rio Pardo, que por sua vez é afluente do Rio Paraná (PMCG, 2002a). No perímetro urbano de Campo Grande, segundo a Carta de Drenagem de Campo Grande (PMCG, 2002a), a rede hidrográfica é constituída por dez microbacias (Bandeira, Prosa, Anhanduí, Lageado, Gameleira, Bálsamo, Imbirussú, Coqueiro, Segredo e Lagoa), que se apresentam bastante degradadas com processos de assoreamentos, solapamentos, insuficiência no sistema de captação de águas pluviais e contaminação por efluentes domésticos, sendo as Bacias do Segredo, Prosa e Anhanduí as que possuem maior criticidade. Segundo PLANURB (1997), todas as dez sub-bacias já demonstram os efeitos das

alterações antrópicas na maior parte das suas áreas, em algumas mais e em outras menos, de acordo com o tempo e a forma de ocupação.

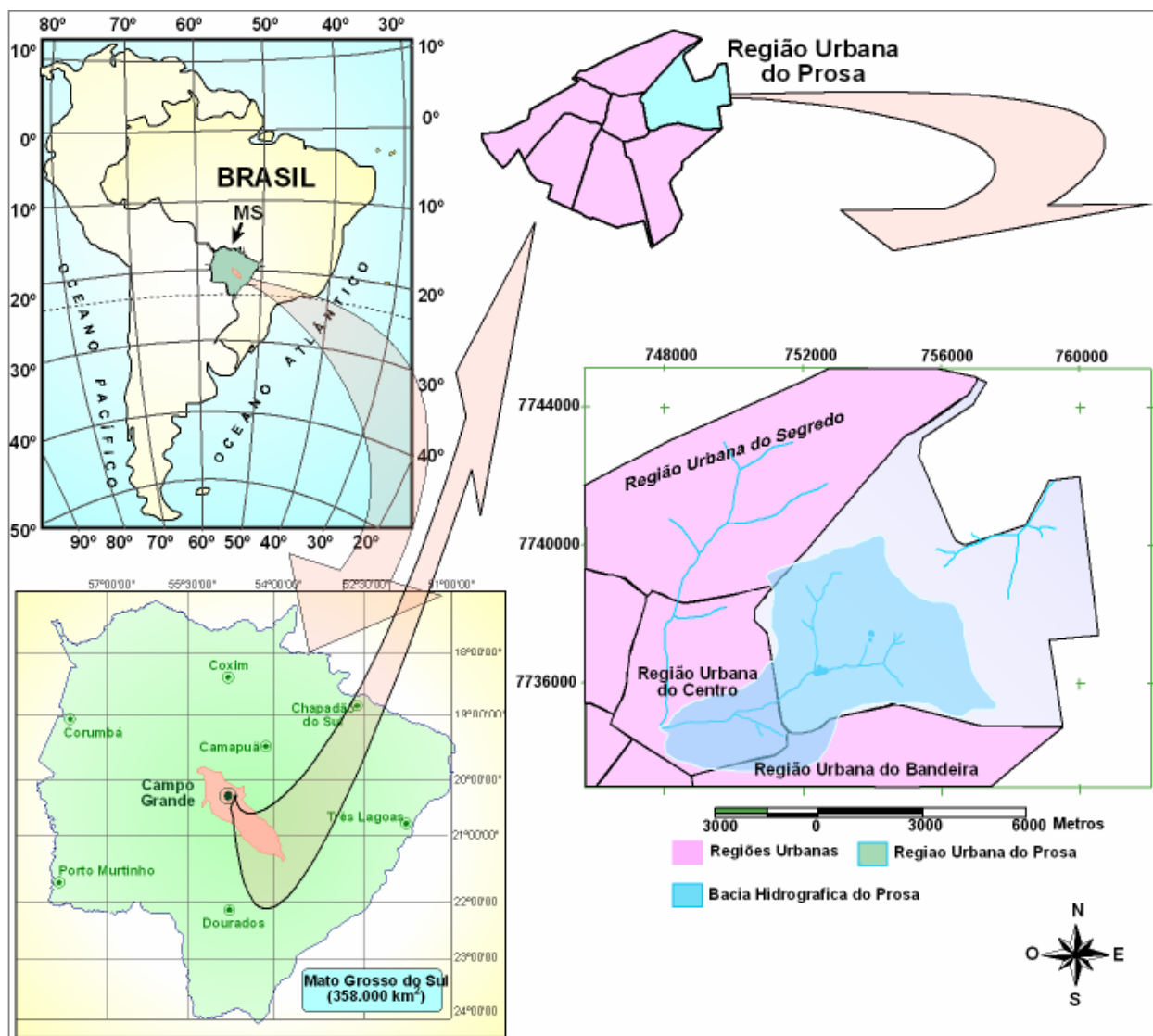


Figura 1 – Localização da Região e da Bacia Urbana do Prosa

A partir do crescimento nas décadas de 70 e 80, crescimento horizontal, rápido e desordenado, que o poder público não conseguiu acompanhar com infra-estruturas necessárias às novas demandas, a rede hidrográfica urbana, que atravessa a cidade no sentido nordeste/sudoeste, começou a apresentar um sistema deficitário de drenagem de córregos e canais. Apesar de 60% das áreas pavimentadas serem atendidas por galerias, são insuficientes as obras de capacitação e de boca de lobo (SANTOS, 2000).

A RUP é marcada pela presença de várias nascentes que formam três córregos principais: Sóter, Coqueiro e Prosa. Este último dá o nome à região e foi o mais importante

para o início da ocupação da cidade (PLANURB, 1998a). Na parte Nordeste da Região, encontra-se o Córrego Coqueiro, com nascentes próximas ao Jardim Montevideu e ao Jardim Cabral. O Córrego Sóter apresenta suas nascentes nas proximidades dos Bairros Jardim Marabá, Vila Catarina e Bairro Carandá Bosque II e o Córrego Prosa nasce dentro do Parque dos Poderes, recebendo na altura do Parque das Nações Indígenas as águas dos Córregos Revellieu e Sóter. Todos esses Córregos, segundo a Carta de Drenagem de Campo Grande estão sujeitos a alagamentos e enchentes em vários pontos (PLANURB, 1998a).

4.2.1.1 - A bacia do Prosa

A Bacia do Prosa está localizada no Nordeste da Região Urbana do Município de Campo Grande e possui uma área de 32,43Km² e perímetro de 28,60km (dados deste estudo). Segundo a Carta de Drenagem do Município de Campo Grande (PLANURB, 1997), a área da Bacia do Prosa é de 30,90Km². Seu principal curso d'água, o Prosa, tem como afluentes o Córrego Sóter e o Córrego Vendas (Figura 2).

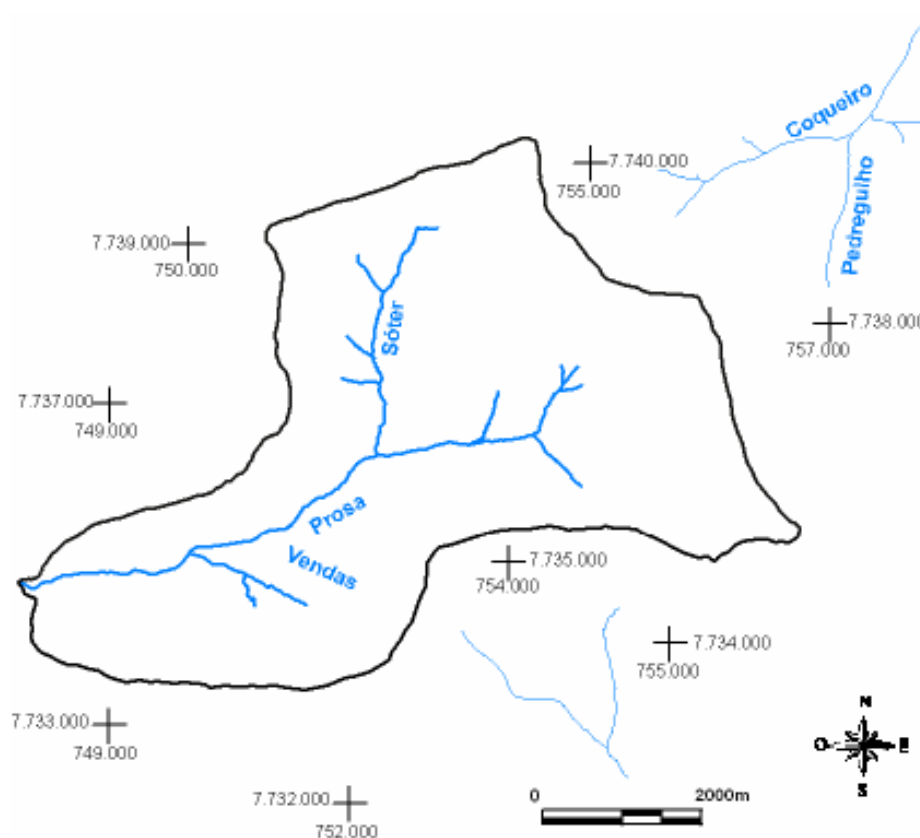


Figura 2 - Principais cursos d'água da Bacia do Prosa

4.2.2 - PEDOLOGIA, GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

O arcabouço geológico de Campo Grande é constituído por duas unidades geológicas diferentes: Grupo São Bento e Grupo Bauru, ambas inseridas na Bacia Sedimentar do Paraná. O Grupo São Bento, localizado na porção oeste do município, é representado pelas formações Botucatu e Serra Geral. A primeira, formada por arenitos eólicos da idade jurássica, é recoberta pela segunda, representada por uma sequência de derrames basálticos. O Grupo Bauru, que capeia as litologias anteriores, ocorre na porção centro-leste de Campo Grande, e é composto pelos arenitos finos a médios, localmente conglomeráticos, da Formação Caiuá (PLANURB, 2005).

Segundo a Carta Geotécnica de Campo Grande (PLANURB, 1991) a Região Urbana do Prosa apresenta as seguintes características pedológicas e litológicas:

- Unidade Homogênea I – Localizada a oeste da região, nas proximidades dos córregos Sóter e Prosa, incluindo as áreas do seu entorno, e a leste, no entorno do Córrego Coqueiro. São áreas praticamente planas, com declividade variando entre 0% e 15% e curvas de nível distribuídas paralelamente ao leito do córrego, com baixa a média susceptibilidade a erosão e baixa a média permeabilidade do solo, caracterizando-se por solos argilosos e argilo-arenosos de textura média e argilosa, com basaltos e arenitos intertrapeanos da Formação Serra Geral. Entre as cotas 610/620m, verifica-se passagem do solo argiloso para arenoso derivado da Formação Serra Geral e Arenito Caiuá, respectivamente.
- Unidade Homogênea II – Abrange boa parte da região, na porção leste, constituindo áreas praticamente planas e suave-onduladas, com declividade variando de 0% a 8%, e solos arenosos, cuja formação está associada aos arenitos da Formação Caiuá. Os terrenos apresentam alta susceptibilidade à erosão e alta permeabilidade do solo, o que leva a formação de ravinas e voçorocas, como se pode notar em várias áreas dispersas na região. Na cota 605m, no córrego Sóter, verifica-se um contato litológico aflorando (basalto, arenito Caiuá). Entre as cotas 605m a 675m os terrenos são constituídos por solos arenosos associados aos arenitos róseos e avermelhados, friáveis da formação Caiuá, altamente susceptíveis à erosão por ravinas e boçorocas, as quais atingem grandes proporções e representam o principal fator de degradação do meio físico-urbano em Campo Grande.

- Levando em consideração a bacia hidrográfica do Prosa, próximo ao seu exutório, há presença de uma pequena porção da Unidade Homogênea III A, caracterizada por Arenitos Intertrapeanos da Formação Serra Geral, cujo relevo é marcado por platôs e colinas, ou seja, áreas praticamente planas e suave-onduladas, com embaciamentos localizados e declividade variando de 0% a 15%. Os terrenos apresentam baixa capacidade de suporte e carga, marcados por expansão e contração do solo devido a possível presença de argilas expansivas. O nível do lençol encontra-se muito próximo à superfície (até 3m de profundidade).

4.2.3 - CLIMA

A umidade relativa média mensal varia de 58,9% em agosto a 81,0% em fevereiro, com média anual de 72,8% (PMCG, 2002b). O clima regional é classificado de úmido a sub-úmido. Apresenta índice efetivo de umidade com valores anuais variando de 20% a 40%. A precipitação pluviométrica anual varia entre 1500mm a 1750mm anuais, com excedente hídrico anual de 800mm a 1200mm, durante 5 a 6 meses, e de deficiência hídrica de 350mm a 500mm durante 4 meses. O período chuvoso é de outubro a abril, e o seco de junho a setembro. As precipitações não se distribuem igualmente durante o ano. Seu regime é caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março, sendo normalmente mais chuvoso o trimestre dezembro-janeiro-fevereiro. Durante este trimestre, chove em média 45% do total anual. Observam-se, no verão, chuvas convectivas de grande intensidade e curta duração, concentradas em pequenas áreas. No inverno, são mais presentes as precipitações ciclônicas, originadas pelas frentes frias andinas (PMCG, 2002a).

A temperatura média anual é de 22,4°C, sendo dezembro o mês mais quente, com 24,5° em média e, julho, o mais frio, com 19,1°C (PMCG, 2002b). Durante os semestres da primavera-verão, as temperaturas se mantêm quase que constantemente elevadas, principalmente na primavera, ocasião em que o sol passa pelos paralelos da região, dirigindo-se para o Sul, e a estação chuvosa ainda não se iniciou. Os meses mais quentes assinalam médias de 24°C a 26°C, e as médias máximas variam de 30°C a 34°C, tendo registrado, não raras vezes, máximas superiores a 40°C nas estações da região. A primavera se constitui no mês mais quente, no inverno registram-se freqüentemente temperaturas muito baixas nos meses de junho e julho. Porém nestes meses ocorrem também temperaturas elevadas e, por

este motivo, as temperaturas médias ficam em torno de 20°C. Em contrapartida, o inverno é muito seco. Nesta época, as chuvas são raras, havendo, em média, de 4 a 5 dias de ocorrência deste fenômeno por mês (PMCG, 2002a). Os ventos predominantes são aqueles com origem a leste, com ocorrência superior a 30%, havendo também uma frequência significativa de ventos oriundos do norte (PMCG, 2002b).

4.2.4 - FAUNA E FLORA

A vegetação original de cerrado foi desmatada em quase toda a região de Campo Grande, subsistindo algumas poucas áreas cuja vegetação ainda é original, localizadas no setor Carandá Bosque e Parque dos Poderes, destacando-se a Reserva Ecológica do Parque dos Poderes. No Setor Veraneio, e parte do setor Noroeste e Setor Parque dos Novos Estados, a vegetação primitiva foi substituída por pastos, o que caracteriza o uso predominantemente rural dessas áreas. Hoje, no entanto, as árvores de cerrado voltaram a ocupar, mais esparsamente, a área, uma vez que é pequena a ocupação urbana desses bairros (PLANURB, 1998a).

4.3 - Densidade Demográfica

De acordo com PLANURB (1998a), no ano de 1996, último ano de levantamento de dados por RU, a RU do Prosa era a Região que apresentava o menor número de habitantes de Campo Grande, apenas 44.656, sendo 228% menor, em termos populacionais, que a Região Urbana do Anhanduizinho, que era a Região com a maior população de Campo Grande (135.391 habitantes). Porém, entre 1991 e 1996, apresentou um crescimento de 3,62%, sendo a terceira Região que mais cresceu nesse período. Possuía em 1996 uma densidade populacional muito baixa, apenas 7,56 habitantes por hectare; esse índice pequeno se evidencia se comparamos com a região do Centro que possui uma densidade de 40,56 habitantes por hectare (tabela 1).

Essa baixa densidade se explicava por existir, na área, um grande número de bairros novos, e, portanto, em fase de ocupação, como o Carandá Bosque, e os grandes espaços ocupados pela Reserva Ecológica do Parque dos Poderes, grandes áreas transformadas em chácaras, como é o caso das Chácaras dos Poderes, além do Parque das Nações Indígenas (PLANURB, 1998a).

Tabela 1 – População Residente e Taxa Média de Crescimento Anual no Município de Campo Grande, MS– 1980/2000

POPULAÇÃO			TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO A.A.		
1980	1991	2000	1980/1991	1991/2000	
291.777	526.126	663.621	5,51	2,61	
PERCENTUAL DA POPULAÇÃO URBANA E RURAL - 1980 A 2000					
Urbana			Rural		
1980	1991	2000	1980	1991	2000
97,22	98,59	98,84	2,78	1,41	1,16
POPULAÇÃO URBANA E RURAL - 1980/2000					
Urbana			Rural		
1980	1991	2000	1980	1991	2000
283.653	518.687	655.914	8.124	7.439	7.707

Fonte: Adaptado de MATO GROSSO DO SUL (2006)

A participação da população desta Região no total de Campo Grande era de 6,86% em 1991 e 7,56% em 1996 (PLANURB, 1998a). Atualmente, essa porcentagem aumentou consideravelmente devido ao crescimento populacional de alguns bairros como Mata do Jacinto, Carandá Bosque e Jardim Veraneio, este devido aos novos loteamentos e aqueles devido à construção do Parque do Sóter.

4.4 - Características Urbanas do Local

A Região Urbana do Prosa agrega uma área de 5.463,85ha, dos quais, em 1998, apenas 1.694,73 haviam sido parcelados, ou seja, aproximadamente 31,70% da área total compreendida pela região, enquanto que 3.732,65ha, 68,30% da área, permanecia não parcelado (PLANURB, 1998a).

De acordo com TEIXEIRA (2003), o limite urbano de Campo Grande em 1983 era a Avenida Ceará; com a urbanização, este limite expandiu-se, através de ações que envolveram investimentos públicos e privados dos diversos setores da economia estadual, como a implantação do Parque dos Poderes e do Shopping Campo Grande. Dentro deste contexto dinamizou-se, em um primeiro momento, o setor da construção civil, e, na continuidade, o setor de serviços e todo o sistema viário local, com a construção do viaduto sobre a Avenida Afonso Pena, afetando culturalmente o modo de vida e os costumes da população.

A Região Urbana do Prosa é caracterizada por possuir grande diversidade no parcelamento do solo. Nas áreas mais próximas ao centro e favorecidas pelas grandes vias de acesso ao mini-anel rodoviário – Av. Ceará e Av. Coronel Antonino – o parcelamento do solo

é destinado a fins urbanos, predominando o formato ortogonal com quadras regulares. Esta forma se altera em três bairros, Carandá Bosque, Chácara Cachoeira e Vivenda do Bosque, onde encontramos um traçado mais orgânico com ruas curvas e quadras irregulares. No meio da Região e em direção leste, o parcelamento torna-se diferenciado, pois abriga um grande parque urbano – Parque das Nações Indígenas e a Reserva Ecológica do Parque dos Poderes. No restante da área, contíguo ao Parque dos Poderes e direcionando-se no sentido leste, encontram-se parcelamentos em chácaras, muitas delas com área de 5.000m² e dentro do perímetro urbano. Hoje, as chácaras mais próximas ao perímetro urbano estão sendo subdivididas para implementação de bairros e conjuntos residenciais (PLANURB, 1998a).

A Região Urbana do Prosa possui um uso do solo bastante diversificado, pois alguns bairros têm características predominantemente residenciais enquanto outros não, sendo que algumas regiões apresentam uma tendência maior a verticalização - como nas proximidades do Shopping Campo Grande. Boa parte dos Bairros dessa Região, como o Jardim Autonomista e Santa Fé, apresentam número populacional estável, outros, como o Bairro Jardim Veraneio e Parque dos Novos Estados, em que, a cada dia, novas áreas têm sido requisitadas por meio de Guia de Diretrizes Urbanísticas, apresentam um considerável crescimento populacional.

5- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 - Impacto Ambiental e Poluição

Segundo a resolução CONAMA nº. 001/86, em seu artigo 1º (BRASIL, 1986), impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que, direta e indiretamente, afetam:

- I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – as atividades sociais e econômicas;
- III – a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Por impacto ambiental entendem-se os processos que perturbam, descaracterizam, destroem características, condições ou processos no ambiente natural, ou que causam modificações nos usos instalados, tradicionais, históricos, do solo e no modo de vida ou na

saúde de segmentos da população humana; ou que modifiquem, de forma significativa, opções ambientais (TOMMASI, 1999).

COELHO (2001) afirma que impacto ambiental é, portanto, o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no meio ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimuladas pelos impulsos das relações entre as forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada.

Muitos autores consideram os efeitos naturais adversos como sendo impactos ambientais. No presente estudo, seguiu-se o conceito de que impacto ambiental é qualquer alteração, adversa ou benéfica, de origem antrópica. Com isso, é possível classificar os efeitos naturais adversos (grandes secas; inundações; incêndios florestais e erupção vulcânica) como fenômenos naturais que fogem ao controle do homem, ou seja, azares naturais. Segundo CHRISTOFOLETTI (2002), eventos naturais extremos somente são considerados como azares naturais na medida em que ocasionam prejuízos e mortes aos seres humanos, portanto, resultam do conflito entre os processos geofísicos e as sociedades humanas.

Para BRILHANTE (1999), os impactos ambientais podem ser de vários tipos: diretos ou indiretos (relação de causa e efeito); locais, regionais, continentais ou globais (abragência espacial); naturais ou antropogênicos. Podem ser classificados ainda conforme seu tipo (positivo ou negativo), efeito (imediato, médio ou longo prazo), duração (temporário, permanente ou cíclico) e reversibilidade (reversível ou irreversível) (RIO DE JANEIRO, 1987).

A deliberação CECA N°. 1078/87 (RIO DE JANEIRO, 1987) apresenta uma sumária descrição dos impactos:

1. Impacto positivo ou benéfico – quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (p.ex. deslocamento de uma população residente em palafitas para uma área adequadamente localizada e urbanizada);
2. Impacto negativo ou adverso – quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (p.ex. lançamento de esgotos não tratados em um rio);
3. Impacto direto – resultante de uma simples relação de causa e efeito (p.ex. perda de diversidade em um lago por causa de um derramamento de óleo);
4. Impacto Indireto – resultante de uma ação secundária e, relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações (p.ex. formação de chuvas ácidas);

5. Impacto local – quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas mediações (p.ex. mineração);
6. Impacto regional – quando o impacto se faz sentir além das imediações do sítio onde se dá a ação (p.ex. construção de rodovia);
7. Impacto estratégico – quando o componente ambiental afetado tem relevante interesse coletivo ou nacional;
8. Impacto Imediato – quando o efeito surge no instante em que se dá a ação (p.ex. intoxicação devido ao lançamento de produtos tóxicos);
9. Impacto a médio ou longo prazo – quando o impacto manifesta-se certo tempo após a ação (p.ex. doenças crônicas);
10. Impacto temporário – quando seus efeitos têm duração determinada (p.ex. poluição sonora);
11. Impacto permanente – quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido (p.ex. derrubada de um manguezal);
12. Impacto cíclico – quando o feito se manifesta em intervalos de tempo determinado (p.ex. eutrofização devido à recirculação da água de um lago);
13. Impacto reversível – quando o fator ou parâmetro ambiental afetado, cessada a ação, retorna às suas condições originais (p.ex. poluição do ar por queima de madeira).

Os efeitos globais, segundo MOTA (1997), são aqueles que não se restringem a uma área específica, podendo ocasionar modificações que podem afetar todo o planeta. Os efeitos ambientais de caráter global mais conhecidos são: efeito estufa, chuvas ácidas e destruição da camada e ozônio.

Segundo a Lei nº. 6.938/81, em seu artigo 3º, inciso 3º (BRASIL, 1981), a poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sócio-econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões.

De acordo com BRILHANTE (1999), do ponto de vista ecológico, poluição é definida como qualquer alteração da composição e das características do meio que cause perturbações nos ecossistemas, ou ainda, como uma interferência danosa nos processos de transmissão de energia. Por perturbação, entende-se toda alteração (toda substância ou todo fator que provoque uma alteração do meio ambiente) que comporte um risco notável para a

saúde e a qualidade de vida do homem ou que pode lhe atingir indiretamente, através de repercussões sobre o seu patrimônio cultural e econômico. Para MOTA (1997), a poluição resulta do lançamento, ou liberação, em um ambiente de matéria ou energia, em quantidade ou intensidade tais que o torne impróprio às formas de vida que ele normalmente abriga, ou prejudiquem os seus usos.

O meio ambiente tem certa capacidade natural de assimilar determinados tipos de dejetos sem causar efeitos negativos a si próprio. Os dejetos não assimilados resultam em poluição (BRILHANTE, 1999). Desta forma, a poluição está ligada à concentração ou quantidade de resíduos presentes no ar, na água ou no solo. Para que se possa exercer o controle da poluição, de acordo com a legislação ambiental, definem-se padrões e indicadores de qualidade do ar, da água e do solo (BRAGA *et al.*, 2002).

Poluição tem, portanto, um sentido amplo, não se restringindo à ocorrência de doenças no homem (MOTA, 1997). Este efeito, em que a poluição pode causar danos à saúde humana, chama-se contaminação. De acordo com MELLANBY (1982), a poluição é gerada desde o período do homem primitivo, porém, tornou-se um problema mais sério com o crescimento populacional, bem como com a intensidade da industrialização.

Segundo LORA (2000), a poluição pode ser classificada em poluição física, química, físico-química, bioquímica e radioativa. Quanto à origem dos resíduos, as fontes poluidoras podem ser classificadas em pontuais ou localizadas, e difusas ou dispersas. As fontes pontuais podem ser identificadas e controladas mais facilmente que as difusas, cujo controle eficiente ainda é um desafio (BRAGA *et al.*, 2002).

5.1.1 - IMPACTO AMBIENTAL URBANO

O tema “Impactos ambientais em áreas urbanas” aborda muito mais questões sócio-econômicas e políticas do que áreas naturais. Os impactos em cidades afetam diretamente sua população, em sua maioria (impactos causados por disposição inadequada de lixo, falta de saneamento, entre outros) prejudicando principalmente as populações de baixa renda (COELHO, 2001). Segundo COELHO (2001), a análise dos impactos ambientais urbanos impõe, para cada caso, a necessidade de investigar as localizações, as distâncias, as condições ecológicas, o acesso diferencial a terra, as ações e formas de apropriação social dos espaços da cidade. A complexidade dos processos de impacto ambiental urbano apresenta um duplo desafio. De um lado, é preciso problematizar a realidade e construir um objeto de investigação. De outro, é necessário articular uma interpretação coerente dos processos

ecológicos (biofísicos - químicos) e sociais à degradação do ambiente urbano (COELHO, 2001).

No exame dos impactos ambientais urbanos, a multidimensionalidade não pode ser negligenciada. Há que se questionar os pesos diferenciados da localização, opção urbanística, topografia, rede de drenagem, composição geológica do terreno, uso do solo e traçado das ruas. A disposição das ruas, por exemplo, que, ao se entrecruzarem, formam ângulos retos, tende a aumentar o volume e as velocidades – dependendo da inclinação do terreno – e a verticalizar os caminhos das águas, facilitando a erosão em áreas de relevos e composições de terrenos vulneráveis e desprovidos de infra-estrutura básica (GUERRA *et al.*, 1998). Para COELHO (2001), os estudos urbanos de impacto ambiental devem abordar uma teoria dos processos ambientais integradora das dimensões físicas, político-sociais, sócio-culturais e espaciais.

5.2 - Risco Ambiental

Segundo TOMMASI (1999), risco é tanto a probabilidade de ocorrência de dano à vida, à propriedade e ao meio ambiente, caso um perigo se manifeste, como também à extensão possível das conseqüências do evento. O perigo é qualquer situação que pode causar danos à vida, à propriedade, ao meio ambiente ou a todos os três em conjunto. No dia-a-dia, os indivíduos ou a coletividade aceitam certos riscos e evitam outros, mas, em todos os casos, a noção de dano, qualquer que seja sua magnitude, estará presente (SILVA, 2004).

Risco é uma função entre a magnitude e probabilidade de um efeito adverso ocorrer (LEVIN & STRAUSS, 1993). Considerando tal definição, a avaliação de risco é feita determinando-se o dano (que tipo de dano poderá ser gerado se determinada área for ocupada) e a exposição (a população estará exposta, a que concentração e/ou qual será a duração da exposição) (CAPALBO, 2000). Considera-se, ainda, que a noção de risco está ligada à idéia de ameaça (no sentido de que um evento indesejável e danoso venha a ocorrer com determinada probabilidade). Quanto ao perigo, ele é a ameaça em si, ainda não mensurável e não totalmente evidente (por exemplo, o caso de aterros que receberam rejeitos tóxicos cuja probabilidade de causar determinado dano ainda não foi medida, ou o cenário onde possa ocorrer exposição de seres humanos ou ecossistemas a esses rejeitos ainda não foi totalmente descrito) (SILVA, 2004).

Para FREITAS (2001), o perigo está todo dia “lá”, mas ele é ainda uma potencialidade. Sua concretização é o que se chama de risco. Segundo SILVA (2004),

juntando-se a probabilidade de ocorrência à magnitude do dano de um determinado evento indesejável, podem-se conceituar os riscos associados em três níveis possíveis: Negligenciáveis (probabilidade e magnitude de pequena monta); Gerenciáveis (probabilidade e magnitude controláveis, de maneira a serem aceitas pela comunidade); Não-toleráveis (probabilidades e magnitudes que, uma vez associadas, não são aceitáveis e exigem ações que as minimizem). O efeito de um impacto pode ser positivo ou negativo. Já o efeito de um risco é sempre negativo, adverso. Os estudos de risco sempre incluem o conceito de probabilidade; os de impacto, não necessariamente. O grau de risco é função do efeito adverso que pode resultar de uma ação particular. Portanto, risco não é sinônimo de perigo (BRILHANTE 1999).

No contexto da gestão governamental, o risco ambiental pode ser classificado como: saúde pública, recursos naturais, desastres naturais e introdução de novos produtos (BRILHANTE 1999). O autor conceitua ainda os riscos tecnológicos ambientais; todos os problemas relativos aos contaminantes ambientais estão, de uma maneira ou de outra, associados ao crescente processo de industrialização verificado desde o final do século XIX, em que ao lado do incremento da pesquisa, do desenvolvimento e da difusão de novas tecnologias, os processos de produção e seus produtos têm contribuído para pôr em perigo ou causar prejuízos à saúde do homem e dos ecossistemas. Esses contaminantes ambientais são, na atualidade, denominados de riscos tecnológicos ambientais e classificam-se em dois grupos:

- Riscos tecnológicos – os decorrentes das atividades desenvolvidas pelo homem.
- Riscos naturais – os decorrentes de distúrbios da natureza.

De acordo com COELHO (2001), as áreas de maior risco ambiental são destinadas aos segmentos sociais menos favorecidos.

5.2.1 - MODELO GERAL DO RISCO

Segundo BRILHANTE (1999), o modelo geral do risco trata-se de uma importante ferramenta para os estudos de gestão de risco (Figura 3). Com este modelo podemos facilmente estruturar a análise de muitos tipos de risco.



Figura 3 – Modelo geral do risco

(Fonte: BIBO & LEMKOWITZ, 1994 *apud* BRILHANTE, 1999).

O modelo começa com o termo “Fonte”, que é de onde se origina uma emissão de algo indesejável (massa e/ou energia). Normalmente se consideram as Fontes como tendo duas energias. Uma fonte que se dá sob alta-intensidade e em tempo curto (normalmente desastres), e a outra que se caracteriza por emissões de baixa intensidade e por se manifestarem de forma mais ou menos continuadas (atividades normais, tais como tráfego rodoviário, produção de eletricidade, saneamento básico, entre outros). Não importando causa ou origem, as Fontes produzem emissões de substâncias e/ou formas de energia que provocam efeitos adversos. As emissões ocorrem em um ou mais compartimentos ambientais – ar, água ou solo -, que, por sua vez, estão em contato entre si, interagindo. Os modelos de Transporte tentam estimar a intensidade e a duração da exposição, resultante da emissão para o ar, água ou solo, em razão de um determinado número de parâmetros da emissão. O transporte, aqui, significa movimento e quase sempre ocorre simultaneamente aos processos de Mistura e Diluição, algumas vezes com reações químicas. Por meio disso, as concentrações dos poluentes decrescem com o aumento da distância das fontes emissoras e o nível das concentrações ambientais (*emission*) se reduz. Como regra, nível de concentração ambiental significa concentrações existentes nos lugares onde os alvos de estudos se encontram: seres humanos, plantas, animais, entre outros.

Denomina-se “exposição” o contato de pessoas, plantas ou animais com os agentes indesejáveis. Além de poder ser expressa como intensidade e duração, pode ainda resultar em risco. A magnitude da ocorrência do risco não depende somente do grau de exposição, mas, obviamente, também do tamanho da população-alvo exposta. Tal fator pode, por exemplo, se referir ao número de pessoas expostas (estimado em termos de áreas de exposição e densidade de população), ao número de espécies raras expostas, etc. (BRILHANTE 1999).

Uma vez que todas as etapas mostradas na figura 3 tenham sido calculadas ou realisticamente estimadas, deve-se proceder a Estimativa do Risco. A palavra “estimativa” e não “cálculo” é conscientemente usada, muito embora um grande número de procedimentos matemáticos sejam utilizados. Além da Estimativa do Risco, há necessidade de se proceder sua Avaliação. O processo de avaliação geralmente se refere a determinar se o risco é ou não aceitável. Obviamente, tal processo envolve julgamentos éticos; estes, normalmente são baseados em considerações normativas (valores, credences, etc.), portanto envolvem fatores e conhecimentos que vão além da ciência física e da engenharia (BRILHANTE 1999). Segundo CAPALBO (2000), caso um risco seja inaceitável, deverão ser propostas medidas mitigadoras no sentido de gerenciar e reduzir os riscos. Essas medidas podem ser tanto de ordem social quanto de ordem técnica. A avaliação de risco ambiental é o processo de determinar as consequências adversas que possam resultar do uso de uma tecnologia, ou outra ação qualquer, capaz de causar danos ao meio ambiente e à saúde do homem a curto, médio e longo prazo (SILVA, 1994).

Segundo SILVA (2004), os riscos são avaliados por meio de perspectivas técnicas capazes de antecipar possíveis danos à saúde humana ou aos ecossistemas, avaliar os eventos causadores desses danos em função do espaço e do tempo, e usar frequências relativas (observadas ou modeladas) como um meio de especificar probabilidades. O nível de redução do risco não é infinito. A partir de um determinado ponto, essa redução torna inviável a execução de certas atividades, ou tornam-se desprovidas de sustentação racional (FERNANDES & VEIGA, 1999).

5.2.2 - ANÁLISE DE RISCO

A análise de risco é, na verdade, um balanço entre os riscos e benefícios de um atributo, lembrando também o custo envolvido na ação de controle. Ela é realizada, portanto, de forma comparativa, para riscos de diferentes produtos e métodos disponíveis, inclusive o risco de não exercer nenhuma forma de controle, analisando também os valores sociais e ecológicos envolvidos (SOLOMON, 1996). Na realização de uma análise de risco, é importante se aplicar um procedimento estruturado. No início do estudo, devem-se utilizar técnicas apropriadas e simples, com a finalidade de identificar os riscos mais sérios para, em seguida, aplicar técnicas mais sofisticadas para avaliar a redução dos riscos (BRILHANTE, 1999).

O gerenciamento dos riscos ambientais é uma responsabilidade das autoridades legais que dirigem os sistemas de saúde pública e de controle da qualidade do meio ambiente. Inserido no gerenciamento, está o processo de tomada de decisão. Este, por sua vez, suportado pelos resultados daquela avaliação, deverá considerar os níveis de tolerância ou aceitabilidade em relação aos riscos avaliados (SILVA, 1994).

Segundo BRILHANTE (1999), é impossível eliminar o risco. O melhor a fazer é tentar estabelecer uma comparação entre risco e os benefícios. Um número muito maior de pessoas morreria de frio se o governo banisse o uso de aquecedores a gás, por causa do risco de incêndios ou explosões. Nesse caso, o benefício ultrapassa o risco largamente e a decisão, desse modo, torna-se mais fácil.

Segundo SILVA (2004), o gerenciamento de riscos ambientais é precedido por uma série de processos de avaliação das conseqüências de eventos potencialmente capazes de causar impactos na saúde pública e no meio ambiente. Tais conseqüências podem apresentar diversos danos, que se tornam presentes em cada cenário sob estudo, a curto, médio e longo prazo. Explosões, incêndios, derramamentos e emissões imediatas de substâncias tóxicas causadas por acidentes são exemplos do primeiro tipo de conseqüência. A exposição de uma determinada comunidade a poluentes atmosféricos em áreas urbanas industriais caracteriza conseqüências que se instalam a médio e a longo prazo.

5.2.3 - RISCO AMBIENTAL URBANO

Segundo CORTEZ (2004), riscos ambientais urbanos são os riscos decorrentes do uso e ocupação do solo, com destaque para a ocupação desordenada, riscos industriais, e contaminação química e orgânica. Para BARROS *et al.* (1995), uma das diretrizes dos planos diretores é “Identificar as áreas de risco, como sujeitas à inundação e processo de erosão, para direcionar a execução de obras públicas e privadas”.

CORTEZ (2004) cita como exemplos lamentáveis de riscos ambientais à ocupação de encostas instáveis: a existência de plantas industriais, tal como a refinaria de Manguinhos no centro do Rio de Janeiro; a contaminação química de origem industrial, como ocorreu em Cataguases e em Paulínia; e a contaminação orgânica por falta de saneamento básico.

BARROS *et al.* (1995), sugerem que, na lei de uso e ocupação do solo, sejam abordados os seguintes aspectos: controlar a relação entre a densidade demográfica e o tipo de ocupação do terreno, considerando a capacidade e as características do sistema de saneamento e as diretrizes de planejamento; definir os locais e as características dos conjuntos

habitacionais de baixa renda; definir critérios paisagísticos para evitar poluição visual; localizar adequadamente as atividades geradoras de poluição sonora; restringir as atividades que poluem o ar nas áreas mais densamente povoadas; restringir as atividades que poluem a água, nas áreas de mananciais ou nas áreas de preservação permanente; controlar a ocupação e o desmatamento do solo, para evitar a erosão e o assoreamento dos rios; definir áreas de implantação e ampliação de indústrias, e exigir estudos de impacto ambiental e o respectivo relatório, ou laudos técnicos de órgão especializado para empreendimentos apontados pela legislação.

Para a lei do parcelamento do solo urbano sugerem-se os seguintes procedimentos: limitar o parcelamento de áreas de risco geológico, insalubres ou alagadiços, ou de especial valor histórico, paisagístico, arqueológico ou turístico, de acordo com os interesses locais; fixar normas para a rede viária e para o tamanho dos lotes conforme as características do sítio natural, para evitar riscos de erosão e de degradação da paisagem; fixar normas, em conformidade com o Código Florestal, visando à manutenção da vegetação ciliar ao longo dos cursos d'água; fixar normas técnicas para movimentos de terra, associados ao arruamento e aos taludes; prever, no projeto de parcelamento, a expansão dos sistemas de abastecimento de água, de coleta e disposição de esgoto e de drenagem; prever, para parcelamentos distantes do centro urbano, sistemas alternativos de fornecimento de água e de disposição de esgotos; determinar o percentual de áreas públicas a serem consideradas no parcelamento; fixar critérios urbanísticos que garantam, aos assentamentos de população de baixa renda, condições de higiene e saúde (BARROS *et al.*, 1995).

A urbanização e a gravidade dos problemas ambientais urbanos obrigam os estudiosos dos impactos ambientais a considerar os pesos variados da localização, distância, topografia, características geológicas, morfológicas, distribuição da terra, crescimento populacional, estruturação social do espaço urbano e processo de seletividade suburbana ou segregação espacial (COELHO, 2001).

De acordo com COELHO (2001), a representação cartográfica da vulnerabilidade aos processos erosivos, ou poluidores, ou o zoneamento por graus de riscos de erosão, ou de contaminação por poluição do ar, ou da água, superpostos à distribuição dos usuários classificados por rendas e condições das habitações, facilitam a compreensão da geografia dos impactos ambientais, relacionadas à estruturação social dos diferentes ambientes urbanos.

CORTEZ (2004), sugere algumas medidas de execução para mitigar os riscos ambientais urbanos:

- A prefeitura deve estabelecer uma integração eficaz com a Defesa Civil e com o órgão ambiental, para que, diante de qualquer acidente, a reação à emergência seja eficaz;
- A prefeitura deve organizar o mapeamento de riscos ambientais urbanos, quaisquer que sejam: conhecer a localização exata dos riscos e seus impactos na região de entorno é importante para planejar as medidas de controle e de resposta às emergências;
- Em relação aos riscos industriais, os procedimentos são um pouco diferentes, mas a lógica é a mesma. A prefeitura, a Defesa Civil, os Bombeiros e a Polícia devem conhecer detalhadamente os planos de contingência das indústrias em área urbana.

5.3- Dano Ambiental

A palavra “dano” deriva do latim *damnu* e significa prejuízo, perda. No vernáculo, “dano” representa estrago, deterioração, danificação (FERREIRA, 1993).

Segundo ANTUNES (2004), o dano é o prejuízo causado a alguém por um terceiro que se vê obrigado ao ressarcimento. É juridicamente irrelevante o prejuízo que tenha por origem um ato ou omissão imputável ao próprio prejudicado. A ação ou omissão de um terceiro é essencial. Portanto, dano é a variação, moral ou material, negativa que deverá ser, na medida do possível, mensurada de forma que se possa efetivar o ressarcimento.

MILARÉ (2001) conceitua dano ambiental como sendo a lesão aos recursos ambientais, com conseqüente degradação – alteração adversa ou *in pejus* – do equilíbrio ecológico e da qualidade de vida. São recursos ambientais, segundo a Lei 6.938/81, artigo 3º, inciso V (BRASIL, 1981), “a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora”. MILARÉ (2001) considera ainda como recurso ambiental os elementos artificiais e culturais, uma vez que o meio ambiente resulta das interações recíprocas do ser humano com a natureza. Conforme ARAÚJO (2001), a degradação como alteração adversa do equilíbrio ecológico pode significar, por exemplo, uma modificação das propriedades físicas e químicas dos elementos naturais de tal ordem, que estes percam, parcial ou totalmente, sua propriedade ao uso.

Os danos ambientais e ecológicos que podem ocorrer em decorrência da ação humana são: extinção de espécies; perda de espécies do ecossistema, mudanças na abundância

relativa e na importância das espécies das comunidades; mudanças na biomassa, tamanho, indivíduo, estrutura etária ou na produção dentro da população das espécies; interferência nas funções de conversão de energia e de ciclagem de elementos do ecossistema, e mudanças nas propriedades físicas do sistema (SOUTHWORTH *et al.*, 1982 *apud* TOMMASI, 1999).

MILARÉ (2001), a partir da Lei 6.938/81, em seu artigo 14, parágrafo primeiro (BRASIL, 1981), prevê duas modalidades de dano ambiental, os quais podem ser explicados pela sentença “danos causados ao meio ambiente e a terceiros”:

- Dano ambiental coletivo, dano ambiental em sentido estrito ou dano ambiental propriamente dito: causado ao meio ambiente globalmente considerado, em sua concepção difusa, como patrimônio coletivo, atingindo um número indefinido de pessoas, sempre devendo ser cobrado por Ação Civil Pública ou Ação Popular. Quando cobrado tem eventual indenização destinada a um Fundo, cujos recursos serão alocados à reconstituição dos bens lesados;
- Dano ambiental individual ou pessoal: viola interesses pessoais, legitimando os lesados a uma reparação pelo prejuízo patrimonial ou extrapatrimonial. Podem ser ajuizadas ações individuais, de maneira independente, não havendo efeito de coisa julgada entre a ação individual e a coletiva. Está se discutindo a possibilidade da propositura de Ação Civil Pública em defesa de vários indivíduos prejudicados por uma poluição ambiental por representar um "interesse individual homogêneo" (GUIMARÃES, 2004).

São casos típicos desse tipo de dano problemas de saúde pessoal por emissão de gases e partículas em suspensão ou ruídos, a infertilidade do solo de um terreno privado por poluição do lençol freático, doença e morte de gado por envenenamento da pastagem por resíduos tóxicos, etc. Sendo que, esse tipo de dano é raramente alegado nos tribunais (GUIMARÃES, 2004).

O dano para o direito ambiental brasileiro se baseia na responsabilidade civil. GUIMARÃES (2004), define a responsabilidade civil como sendo um antigo instituto jurídico que pressupõe:

- Um dano: prejuízo a terceiro, que enseja pedido de reparação consistente na recomposição do *status quo ante* ou numa importância em dinheiro (indenização);
- A culpa do autor do dano: violação de um dever jurídico, podendo ser contratual (violação de um dever estabelecido em um contrato) ou extracontratual (violação de um dever legal, que independe de uma relação jurídica preexistente);

- O nexo de causalidade entre o dano e o fato culposos.

No Direito ambiental, em função de suas particularidades não se enquadrarem às regras clássicas, a responsabilidade subjetiva foi substituída pela objetiva, fundamentada no risco da atividade. Segundo a chamada “teoria do risco integral”, qualquer fato, culposos ou não, que cause um dano, impõe ao agente a reparação, pois este assume os riscos de sua atividade (MILARÉ, 2001).

MILARÉ (2001) relaciona, além da prescindibilidade da culpa, outras duas consequências da adoção da responsabilidade objetiva sob a modalidade do risco integral:

- A primeira consiste na irrelevância da licitude da atividade, o que impossibilita que o agente se defenda alegando ser lícita a sua conduta, porque estava dentro dos padrões de emissão traçados pela autoridade administrativa e, ainda, tinha autorização ou licença para exercer aquela atividade. É a potencialidade do dano que a atividade possa trazer aos bens ambientais que será objeto de consideração. No Direito brasileiro ambiental a responsabilidade não é típica, independentemente de ofensa à norma legal ou a regulamento específico.
- A segunda é a inaplicabilidade do caso fortuito e da força-maior como exonerativas da responsabilidade, e a impossibilidade de invocação de cláusula de não indenizar. Ou seja, só haverá exoneração de responsabilidade quando: a) o risco não foi criado; b) o dano não existiu; c) o dano não guarda relação de causalidade com a atividade da qual emergiu o risco.

Dessas duas modalidades se entende que, para a configuração de dano, basta a conduta, a lesão ecológica e o nexo entre ambos. A definição legal da expressão *dano ambiental* não existe de forma explícita na legislação ambiental, mas encontra-se implícita na conjugação dos conceitos de degradação da qualidade ambiental e poluição, colocados pelo artigo 3º, incisos II e III, da Lei 6.938/81 (BRASIL, 1981), citando-se também, por correlação (incisos IV e V), os conceitos de poluidor e recursos ambientais (ARAÚJO, 2001).

A Política Nacional de Meio Ambiente, Lei 6.938/81 (BRASIL, 1981), define como sujeito responsável pelo dano o poluidor, e o conceitua como a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental. Segundo a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, inciso VII, parágrafo 3º (BRASIL, 1988), “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independente da obrigação de reparar os danos”.

Primeiramente, mas não exclusivamente, responsabiliza-se o empreendedor, que é o titular do dever principal de zelar pelo meio ambiente. Havendo mais de um, a responsabilidade é solidária. Fica ressalvado ao empreendedor voltar-se regressivamente contra o causador do dano, alcançando, inclusive, o profissional que eventualmente tenha se excedido ou omitido no cumprimento da tarefa a ele cometida. As pessoas jurídicas de direito público também podem ser responsabilizadas como agente poluidor quando se omitem no dever constitucional de proteger o meio ambiente (MILARÉ, 2001).

Segundo ANTUNES (2004), em nossos tribunais, os danos ambientais devem ser atuais e concretos, ou seja, a atuação judicial é fundamentalmente posterior ao dano causado. A simples burla de normas legais, como é o caso de normas de zoneamento, não é suficiente para que caracterize o dano ao meio ambiente. O próprio risco, no qual se funda a responsabilidade ambiental, não é muito considerado, pois, ao que parece, é necessário que o risco se materialize em um “acidente” para que seja efetivamente reparado (ANTUNES, 2004).

5.4- Ecossistema Urbano

Toda a história de surgimento e consolidação das sociedades sempre se deu à custa de transformações da natureza, ocasionando impactos ambientais; sendo que uma das interferências mais abruptas é a própria existência da cidade. O processo de impacto ambiental é um processo histórico, impactando a natureza de formas diferenciadas. E a cidade é o clímax das relações sociais, possuindo, portanto, a capacidade de interferir em todos os ecossistemas (MELLO, 1995).

Segundo DIAS (2002), o ecossistema urbano é um ecossistema modificado, e dependente de áreas fora de suas fronteiras para manter o seu metabolismo. Importa tudo e exporta calor e resíduos, produzindo, em contrapartida, trabalho, abrigo, serviços, informações, tecnologia e entretenimento. A expansão dos ecossistemas urbanos faz-se, de forma diferenciada em diversas partes do mundo, por causa de diferentes contextos sociais, políticos, econômicos, culturais, tecnológicos e ecológicos. A manutenção desses ecossistemas, dotados de uma colossal intensidade metabólica por unidade de área, não se dá sem mega-consumos energéticos, e mega-produção de emissões e resíduos.

O meio ambiental urbano é composto por geossistemas (organização espacial proveniente do meio físico, tais como habitações, vias, etc.), pelos sistemas sócio-econômicos (compreendem as organizações espaciais provenientes das atividades humanas, ou seja

serviços, negócios, instituições, entre outros) e pelo ambiente natural (COELHO, 2001). Segundo ODUM (1985), a cidade moderna é um parasita do ambiente rural, porquanto produz pouco ou nenhum alimento, polui o ar e recicla pouco ou nenhuma água e materiais inorgânicos. Para MOLEN (1981), habitam o centro das cidades o homem, seus animais de estimação e suas pestes, que, infelizmente, vivendo num ecossistema altamente artificial, tendem a ser bem sucedidas e pôr em risco a saúde das pessoas.

MOLEN (1981), relatou que os ecossistemas urbanos necessitam de entrada de uma variedade de materiais e energias. Necessitam, também, de plantas para purificarem o ar e regular a temperatura no verão, controlar o vento no inverno e o barulho das ruas. Um outro diferencial a ser observado é que o clima das cidades tende a ser de 2° a 3°C mais quente que das zonas rurais vizinhas. A variação da temperatura, porém, muitas vezes não é sentida: o ar condicionado resfriando e o aquecedor aumentando a temperatura mostram que o homem da cidade conquistou as estações (MOLEN, 1981).

Embora a umidade do ar seja mais baixa nas cidades, a formação de nevoeiros e nuvens aumenta devido a um aumento do número de núcleos de condensação. Isso leva a um aumento de precipitação. Uma das conseqüências da impermeabilização das cidades é a alta freqüência de inundações dos rios depois de chuvas fortes (MOLEN, 1981).

Nota-se, também que as paisagens urbanas tornam-se mais e mais padronizadas. Não há lugar para a diversidade. Os palácios de cristal, os prédios de concreto, mesmo em cidades históricas, os viadutos e vias expressas, os *shoppings centers* ao lado de barracos, e favelas que constroem uma periferia sem esgoto, sem asfalto, sem arruamento, refletem as desigualdades e contradições da lógica que produz a cidade (MELLO, 1995).

MOLEN (1981), cita outras diversas características dos ecossistemas urbanos em seu livro e chega à conclusão de que o ecossistema urbano é um ecossistema muito vulnerável, dependente de outros ecossistemas.

5.5- Gestão Ambiental Urbana

A complexidade do ambiente urbano envolve uma gama de aspectos de tal ordem, que seria impossível a apenas uma ciência ou a um especialista identificar ou propor soluções aos diferentes problemas que ocorrem neste ambiente. A gestão urbana refere-se ao entendimento desta complexidade, na procura de soluções adequadas visando à melhoria da qualidade de vida, direito adquirido a todo cidadão pela constituição do país (FORESTI & CECCATO, 1995). Gestão do ambiente pode ser entendida como a forma sistemática de a

sociedade encaminhar a solução de conflitos de interesses no acesso e uso do ambiente pela humanidade (BRAGA *et al.*, 2002).

Entre os problemas que podem afetar o meio ambiente destacam-se a insuficiência de investimentos em saneamento básico; a intensa poluição dos recursos hídricos, em particular de mananciais de abastecimento de água das cidades; a deficiência no sistema de drenagem, que contribui para a ocorrência de enchentes; a ocupação das várzeas; as precárias condições para a destinação do lixo; a diminuição de áreas verdes, e a poluição do ar. Todas essas situações existem não somente pela ausência de planejamento, mas pela descontinuidade da atuação administrativa, quando o processo de priorização das atividades locais de interesse público é fragmentado, gerando distanciamento entre governo e cidadão (BARROS *et al.*, 1995).

A capacidade de autodepuração do meio natural face à pressão da urbanização ainda é pouco estudada. Além disso, as condições econômicas e tecnológicas do Estado se atrasam na solução dos problemas relacionados ao desequilíbrio ambiental. A falta de conhecimento na tomada de decisões e priorizações do poder público para estes problemas, poderá levar a soluções de alto custo e de maior complexidade (FORESTI & CECCATO, 1995).

A gestão ambiental urbana é baseada num conjunto de práticas e procedimentos visando a sustentabilidade ambiental. Na esfera federal, além da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que, em seus artigos 182 e 183, fala da regulação do uso da propriedade urbana em benefício da coletividade, da segurança e do bem estar dos cidadãos e, também, do equilíbrio ambiental, existe a Lei 10.257/01 (BRASIL, 2001), lei conhecida como “Estatuto da Cidade”, que tem por objetivo, em suma, garantir aos cidadãos o direito a cidades sustentáveis. Ao Estado cabe garantir o conhecimento dos ecossistemas, a utilização de zoneamentos que considerem as áreas de riscos, e identificar normas que garantam a qualidade do ambiente, a manutenção da qualidade do ar, da água e dos solos, além dos recursos para atendimento às prioridades que aquela comunidade optar (MELLO, 1995).

Segundo a CF/88 (BRASIL, 1988), o Município é o principal responsável da gestão ambiental urbana e, para que a gestão seja alcançada, é necessária a implementação de vários instrumentos, os quais estão contidos na Lei 10.257/01, no artigo 4º, destacando-se os instrumentos de planejamento municipal (plano diretor, zoneamento ambiental, instituição de unidade de conservação, disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo, entre outros).

5.6- Planejamento Ambiental Urbano e Disciplinamento do Uso do Solo

Segundo MOTA (1997), o uso e a ocupação de determinada área, seja rural ou urbana, deve ser feito considerando os condicionantes do meio-físico, biológico e antrópico, com base num planejamento ambiental urbano global, que observe as inter-relações entre os diversos sistemas naturais. O planejamento deve conduzir ao manejo adequado dos recursos ambientais, de forma a proporcionar o desenvolvimento social e econômico da população, mas garantindo a conservação dos mesmos para as gerações futuras. O disciplinamento do uso e ocupação do solo é uma das ferramentas do planejamento para garantir a utilização adequada de determinada área e deve ser feito considerando os aspectos ambientais (MOTA, 1997).

Segundo MELLO (1995), na cidade se percebe, muito nitidamente, a adoção apenas das políticas corretivas, relegando completamente a possibilidade de prioridades às políticas preventivas. Uma cidade é considerada sustentável na medida em que é capaz de evitar a degradação e manter a saúde de seu sistema ambiental, reduzir a desigualdade social, prover seus habitantes de um ambiente construído saudável, bem como construir pactos políticos e ações de cidadania que permitam enfrentar desafios presentes e futuros (BRAGA, 2006).

MOTA (1997) define como sendo planejamento urbano um conjunto de ações visando a atender as necessidades e a resolver os problemas de uma cidade, de forma a proporcionar uma melhor qualidade de vida para sua população. É um instrumento dinâmico, permanente, abrangente e integrado, que deve envolver os aspectos econômicos, sociais, físico-territoriais, ambientais e administrativos.

Devido ao significado político do planejamento do uso do solo, o envolvimento público é indispensável. Ele precisa criar um apoio político amplo para as conclusões, ou a execução fracassará. Uma liderança política inteligente e hábil talvez seja mais importante do que uma capacidade técnica para produzir um resultado satisfatório (SEWELL, 1978).

Segundo SEWELL (1978), devido à complexidade do uso do solo, numerosos aspectos podem ser estudados numa série de levantamentos e análises conhecidos como estudos de base. Características, qualidade do ambiente, valor da terra, distribuição de espaços abertos, condições hidrológicas (inclusive terras sujeitas a inundação), fluxos de custo e receita, características sócio-econômicas, distribuição populacional e preferência quanto ao desenvolvimento são alguns dos pontos importantes. Quase todos os estudos sobre o uso do solo têm, no mínimo, dois levantamentos de base: uso físico e uso econômico.

O planejamento ambiental urbano, além da estruturação da cidade para suas atividades normais, de atendimento às questões relativas à habitação, trabalho, transporte e lazer, deve considerar a capacidade de sustentação ambiental do ambiente natural sobre o qual a cidade se desenvolve. Não é mais admitido o desenvolvimento a qualquer preço, e, especialmente, quando o mais prejudicado é o meio ambiente. A saúde da população é afetada diretamente na proporção que o ambiente urbano é degradado, resultando no reaparecimento de doenças antes erradicadas, com grandes sacrifícios de toda a população. Dengue e cólera não ocorrem em cidades ambientalmente sadias (GARCIAS, 2001).

O Plano Diretor é um dos instrumentos de planejamento urbano que, segundo a Carta Magna de 1988 (BRASIL, 1988), em seu artigo de número 182, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, a qual tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar social de seus habitantes. Compõe-se de várias leis básicas: de disciplinamento dos usos do solo (zoneamento); de parcelamento do solo urbano; do sistema viário; código de obras, e código de posturas (MOTA, 1997).

Para DAVIS (2001), o planejamento é fundamental como instrumento de administração pública. No entanto, sem informações corretas, atuais e consistentes, não é possível planejar adequadamente. Isto porque o crescimento urbano é um processo espacial dinâmico, onde a compreensão da atualidade abrange a percepção histórica da evolução da cidade e também o potencial de mudanças para o futuro próximo. Segundo COSTA *et al.* (2005), é muito importante para compreender o espaço urbano, ou a cidade, estudar e analisar a forma urbana e seu crescimento, como subsídios às políticas de planejamento, assim como o intra-urbano.

De acordo com COSTA (1996), os produtos gerados a partir da técnica de sensoriamento remoto têm sido utilizados como uma fonte importante de dados, os quais ajudam planejadores urbanos a apreenderem a dinâmica espacial e a forma urbana. Podem fornecer aos planejadores material visual impactante, e um método de monitoramento de áreas urbanas, os quais são importantes na formulação e monitoramento de estratégias de planejamento urbano e de políticas municipais.

A atualização do Sistema de Informações Geográficas para o planejamento permite (DAVIS, 2001):

- A construção de um modelo, baseado em entidades espaciais, para diagnóstico do crescimento e dinâmica espacial urbana;

- O monitoramento do crescimento urbano;
- A definição de tendências de expansão;
- Identificação dos agentes que interferem neste processo de crescimento e sua dinâmica de atuação.

5.7- Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana

O uso de indicadores é uma metodologia indicada para avaliação do comportamento ambiental, bem como instrumento de gestão ambiental. Destaca-se a importância da clareza dos aspectos conceituais e de estruturação dos indicadores. Na seleção dos referenciais, é importante o conhecimento dos objetivos daquilo que se quer medir (GARCIAS, 2001). Segundo BRAGA (2006), data do final da década de 80 o surgimento de propostas de construção de indicadores ambientais e de sustentabilidade. Tais propostas possuem em comum o objetivo de fornecer subsídios à formulação de políticas nacionais e acordos internacionais, bem como a tomada de decisão por atores públicos e privados.

As tentativas de construção de indicadores ambientais e de sustentabilidade seguem três vertentes principais: a primeira delas, de vertente biocêntrica, consiste principalmente na busca por indicadores biológicos, físico-químicos ou energéticos, de equilíbrio ecológico de ecossistemas. A segunda, de vertente econômica, consiste em avaliações monetárias do capital natural e do uso dos recursos naturais. A terceira vertente busca construir índices síntese de sustentabilidade e qualidade ambiental que combinem aspectos do ecossistema natural a aspectos do sistema econômico e da qualidade de vida humana, sendo que, em alguns casos, também são levados em consideração aspectos dos sistemas político, cultural e institucional (BRAGA, 2006).

A obtenção de indicadores ambientais desenvolvida para estudos hidrológicos, pedológicos, agronômicos, urbanos e outros, vem se aprimorando muito com o desenvolvimento do sensoriamento remoto que viabiliza a espacialização dos fenômenos. A distribuição espacial de uma determinada feição ou de um determinado aspecto ambiental pode viabilizar a identificação de sua origem e a elaboração de prognósticos futuros. Em muitos casos, a combinação de indicadores ambientais coletados em campo e de sua espacialização em produtos de sensoriamento remoto, permitindo conhecer sua abrangência é a melhor forma de se dimensionar o fenômeno que se está estudando (FORESTI & HAMBURGER, 1997).

A tecnologia do Sensoriamento Remoto se apresenta como um instrumento importante na gestão urbana em relação a alguns indicadores físicos passíveis de quantificação, e que, por sua vez, traduzem níveis de qualidade ambiental urbana. Esses parâmetros podem ser avaliados por meio de índices que subsidiam o planejamento na formulação de planos e programas que visem o desenvolvimento urbano. A importância da utilização do Sensoriamento Remoto no gerenciamento urbano diz respeito, especialmente, ao caráter dinâmico deste ambiente e a disponibilidade de imagens orbitais com alta frequência temporal. Um outro aspecto é a forma digital de apresentação desses dados, o que possibilita o cruzamento dos mesmos com informações de outras origens (cartas, mapas, dados estatísticos, etc.) em Sistemas de Informações Geográficas, que permite a atualização contínua e monitoramento do ambiente urbano (FORESTI & CECCATO, 1995).

Segundo LANGAS (1996 *apud* FORESTI & HAMBURGER, 1997), dentre os indicadores de Desenvolvimento Sustentável propostos pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, os mais adequados a uma avaliação espacial para utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são: mudança de uso do solo; mudanças na condição do solo; índices de vegetação; terrenos afetados pela desertificação; uso sustentado dos recursos naturais em áreas montanhosas; presença de nitrogênio e fósforo em águas costeiras e densidade de redes hidrográficas. GARCIAS (2001) sugere a qualidade das águas dos rios urbanos como principal indicador de qualidade ambiental urbana, podendo, inclusive, ser adotado um indicador com referencial subjetivo, como por exemplo, o aspecto visual dos rios.

5.8- Geoprocessamento

As principais tentativas de automatizar parte do processo de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas (CÂMARA *et al.*, 2001). Nos E.U.A., a criação dos centros de pesquisa que formam o NCGIA – *National Center for Geographical Information and Analysis*, em 1989, marca o estabelecimento do geoprocessamento como disciplina científica independente. No Brasil, inicia-se a partir do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo professor Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos 80 (CÂMARA *et al.*, 2001).

Segundo SILVA & SOUZA (1987), o geoprocessamento é um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificados ou, mais

evolutivamente, sobre banco de dados geográficos, executa análises, reformulações e sínteses sobre dados ambientais disponíveis. De acordo com CÂMARA *et al.* (2001), se “onde” é importante para seu negócio, então geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho. É nesse sentido que PARANHOS Fº. & LASTORIA (2004), conceituam geoprocessamento como sendo o conjunto de técnicas de obtenção, processamento e análise de dados espaciais. Envolvendo a cartografia digital ou não, o uso do sensoriamento remoto, como fotografias aéreas, imagens de satélites ou de radar, e a utilização de SIG (banco de dados espaciais). O Geoprocessamento é a ferramenta a ser utilizada toda vez que se for trabalhar com dados espaciais como os dados ambientais, por exemplo.

5.8.1- SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

SIG OU GIS (*Geographic Information System*), tipo de estrutura mais importante em termos de visualização do geoprocessamento; é uma estrutura de armazenamento, recuperação e transformação dos dados contidos numa base de dados geográfica (SILVA & SOUZA, 1987). De acordo com CÂMARA *et al.* (2001), o termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial. Para que isso seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

Devido sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG (CÂMARA *et al.*, 2001):

1. Como ferramenta para produção de mapas;
2. Como suporte para análise espacial de fenômenos;
3. Como um banco de dados geográfico, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Ainda segundo CÂMARA *et al.* (2001), é possível indicar as principais características de um SIG:

- Inserir e integrar, numa única base de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;

- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Conforme PARANHOS Fº. & LASTORIA (2004), o ambiente SIG é ideal para integrar dados, informações e cartas de naturezas e escalas diferentes. Por exemplo, dados climáticos e cartas topográficas, ou de solos podem ser analisadas em conjunto, levando toda a informação para uma base comum, o que permite a sua integração e uso.

5.8.2- SENSORIAMENTO REMOTO

Conforme NOVO (1989), sensoriamento remoto é a utilização de sensores para a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles. Os sensores seriam equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações. O sensoriamento remoto pode ser definido como a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, nos permitem obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra, sem contato físico entre eles (ROCHA, 2000).

Segundo PARANHOS Fº. & LASTORIA (2004), o sensoriamento remoto é uma ferramenta que permite, por exemplo, avaliar a qualidade de cobertura vegetal ainda existente em uma determinada região, ou ainda, qual o tipo de uso e ocupação dos solos em uma determinada área. Sob o ponto de vista de tecnologia para aquisição de dados para SIGs, é definido como o conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície, ou de um objeto, sem que haja contato entre o objeto e o equipamento sensor (CÂMARA, 1996).

A evolução do sensoriamento remoto, através de sensores mais potentes, proporcionando imagens com resoluções cada vez melhores, associadas com as técnicas de extração de informação oriundas do processamento de imagens, ampliou sua aplicabilidade a diversas áreas do conhecimento: levantamento de recursos ambientais, análise ambiental, geologia, agricultura, florestas e estudos urbanos, são algumas das áreas diretamente afetadas. Outro fator relevante é a periodicidade das suas imagens, as quais permitem monitorar situações de desmatamento, desertificação, inclusive com possibilidades de prevenção de desastres naturais (ROCHA, 2000).

No Sensoriamento Remoto, existem diversos sistemas de aquisição de dados, tais como câmaras fotográficas aerotransportadas, satélites, sistemas de radar, sonar ou microondas. Os sistemas podem ser ativos, como é o caso dos sistemas de microondas, que registram a diferença de frequência entre o sinal emitido por elas e o sinal recebido da superfície (efeito *Doppler*), ou passivos, como é o caso de câmaras fotográficas, que registram a refletância ou emitância de uma superfície (CÂMARA, 1996).

5.8.2.1- Câmaras Fotográficas Aerotransportadas

Fotogrametria pode ser definida como sendo a arte, a ciência e a tecnologia de se obter informações confiáveis de objetos físicos e do meio ambiente, através de fotografias, por medidas e interpretações de imagens e objetos (ROCHA, 2000).

Em um SIG, fotografias aéreas possuem duas funções principais: como componente gráfico, servindo como fundo sobre o qual outras informações são apresentadas, e como fonte de dados, atualizando ou criando novos arquivos sem escala grande ou servindo para controle de qualidade de dados já armazenados (CÂMARA, 1996). Segundo ROCHA (2000), a fotogrametria pode ser dividida em duas áreas distintas: fotogrametria métrica e fotogrametria interpretativa, esta ocupa-se com o reconhecimento e identificação dos objetos; aquela envolve medidas precisas e computacionais para determinar a forma e as dimensões dos objetos, sendo aplicada na preparação de mapas planimétricos e topográficos.

A fotogrametria interpretativa divide-se em (ROCHA, 2000):

- Fotointerpretação: envolve estudos sistemáticos de imagens fotográficas, com finalidade de identificar objetos;
- Sensoriamento Remoto: é o novo ramo da fotogrametria interpretativa, semelhante à fotointerpretação, aplicado para reconhecimento e identificação de objetos, sem contato físico com eles, em que aviões e satélites são as plataformas mais comuns.

5.8.2.2- Utilização de Sensores Remotos (CBERS – 2)

A informação derivada de sensores remotos, a bordo de satélites, é uma ferramenta fundamental para o monitoramento de fenômenos dinâmicos e de mudanças produzidas no ambiente. Estas informações facilitam o trabalho dos planejadores, permitindo estabelecer estratégias para uma melhor gestão dos recursos (NAKAMURA & NOVO, 2005).

Para GONÇALVES *et al.* (2005), a busca por meios mais eficazes e econômicos motivou o homem a desenvolver os satélites de sensoriamento remoto, mas os altos custos desta tecnologia tornam os países em desenvolvimento dependentes de imagens fornecidas por equipamentos de outras nações. Por isso o INPE desenvolveu, em cooperação com a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial, o programa de observação da terra, denominado CBERS – *Chinese Brazilian Earth Resources Satellite*, sendo que primeiro foi lançado em 10 de outubro de 1999, na base chinesa de Taiwan, na primeira versão – CBERS – 1 (ROCHA, 2000).

A órbita do CBERS – 2 é heliosíncrona a uma altitude de 778 km, perfazendo cerca de 14 revoluções por dia. Nesta órbita, o satélite cruza o Equador sempre na mesma hora local, 10:30h da manhã, permitindo assim, que se tenha sempre a mesma condição de iluminação solar para comparação de imagens tomadas em dias diferentes (INPE, 2006a).

O CBERS – 2 é composto por três câmaras imageadoras: Imageador de Amplo Campo de Visada (WFI - *Wide Field Imager*); Câmera Imageadora de Alta Resolução (CCD - *High Resolution CCD Camera*) e Imageador por Varredura de Média Resolução (IRMSS - *Infrared Multispectral Scanner*) (INPE, 2006).

A câmera CCD fornece imagens de uma faixa de 113 km de largura, com uma resolução espacial de 20 m. Esta câmera tem capacidade de orientar seu campo de visada dentro de ± 32 graus, possibilitando a obtenção de imagens estereoscópicas de uma determinada região. Além disso, qualquer fenômeno detectado pelo WFI pode ser focalizado pela Câmera CCD, para estudos mais detalhados, através de seu campo de visada, no máximo a cada três dias. A Câmera CCD opera em 5 faixas espectrais, incluindo uma faixa pancromática de 0,51 a 0,73 μm . As duas faixas espectrais do WFI são também empregadas na câmera CCD para permitir a combinação dos dados obtidos pelas duas câmeras. São necessários 26 dias para uma cobertura completa da Terra (INPE, 2006) (tabela 2).

Tabela 2 – Características da Câmera Imageadora de Alta Resolução CCD

Bandas espectrais	0,51 - 0,73 μm (pan)
	0,45 - 0,52 μm (azul)
	0,52 - 0,59 μm (verde)
	0,63 - 0,69 μm (vermelho)
	0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo)
Campo de Visada	8,3°
Resolução espacial	20 x 20 m
Largura da faixa imageada	113 km
Capacidade de apontamento do espelho	$\pm 32^\circ$
Resolução temporal	26 dias com visada vertical
	(3 dias com visada lateral)
Frequência da portadora de RF	8103 MHz e 8321 MHz
Taxa de dados da imagem	2 x 53 Mbit/s
Potência Efetiva Isotrópica Irradiada	43 dBm

Fonte: (INPE, 2006)

5.8.2.3- Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Áreas Verdes (IAV)

O uso de técnicas de processamento digital de imagens orbitais apresenta resultados satisfatórios com relação à distribuição da vegetação. Índices de vegetação são modelos numéricos que visam indicar a densidade da vegetação através de razões e combinações das respostas espectrais. A utilização de “Índices de Vegetação” se deve a sua alta correlação com o índice de fitomassa verde, reduzida a uma só informação. A informação gerada está relacionada com a presença e distribuição da vegetação na área (FORESTI & HAMBURGER, 1997).

Dentre os índices de vegetação, podemos destacar o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), que tem sido empregado para avaliar o vigor da vegetação, monitorar a cobertura vegetal, auxiliar na detecção de desmatamentos, avaliação de áreas queimadas, dar suporte à previsão da produtividade agrícola, entre outras aplicações. A vegetação tem refletância normalmente baixa na banda visível (VIS) e alta no infravermelho próximo (NIR). No primeiro caso é a clorofila que absorve a radiação solar para permitir a fotossíntese, enquanto que o tecido das folhas tem baixa absorção no NIR. Já a cobertura vegetal com estresse hídrico tende a absorver menos radiação solar, aumentando sua refletância no espectro visível e a absorver mais no infravermelho próximo (CPTEC, 2006).

Segundo GURGEL *et al.* (2003), no Brasil, vários estudos têm demonstrado que o NDVI se correlaciona com algumas variáveis climáticas em amplas condições ambientais.

O NDVI pode ser definido por:

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho R}{\rho NIR + \rho R}$$

Onde: ρ NIR – reflectância no infravermelho próximo;

ρ R – reflectância no vermelho.

Os valores de NDVI oscilam entre -1 e +1, que correspondem às características de estresse hídrico (próximo a -1) a uma vegetação exuberante (próximo a 1). A água tem reflectância (ρ R) maior que (ρ NIR), portanto, valores negativos de NDVI. As nuvens refletem de forma semelhante no VIS e no NIR, assim espera-se que o valor do pixel seja em torno de zero. O solo nu e com vegetação rala apresenta valores positivos, mas não muito elevados. Vegetação densa, úmida e bem desenvolvida apresenta os maiores valores de NDVI (CPTEC, 2006).

De acordo com GURGEL *et al.* (2003), o cerrado apresenta ciclo anual de NDVI bastante nítido, com valores máximos entre março e maio, os quais estão relacionados com o período de chuvas. Os valores mínimos são bem definidos e ocorrem no mês de setembro, final do período seco dessa região. A grande variabilidade do NDVI no cerrado decorre da queda das folhas de grande parte dos indivíduos desta formação vegetal, durante o período da seca.

As áreas verdes de florestas urbanas e periféricas, parques, jardins e arborização de rua são indispensáveis para um ambiente urbano minimamente sadio. A preservação do verde urbano não passa pela tentativa de mantê-lo intocável mas pelo seu uso e aproveitamento bem organizado e compatível. O verde "selvagem" no espaço urbano é de extrema vulnerabilidade e sua não utilização, como unidade de conservação a um uso regulado e disciplinado pela população, o expõe à ocupação irregular ou transforma em vazadouro de lixo e entulho (PV, 2006).

A existência de um sistema integrado de parques, corredores verdes, bacias de acumulação de águas pluviais, dotadas de vegetação compatível, bem como áreas livres de impermeabilização são importantes para uma qualidade de vida aceitável e para a preservação de inundações. A arborização - parte mais vulnerável do ecossistema urbano - tem um papel indispensável na mitigação do calor, da poluição do ar e sonora (PV, 2006).

A quantificação da arborização urbana tem sido realizada por meio de indicadores dependentes e independentes da demografia, expressos, respectivamente, em termos de superfície de área verde/habitante (IAV = Índices de Áreas Verdes) ou percentual do solo ocupado pela arborização (PAV = Porcentual de Áreas Verdes) (OLIVEIRA, 1996).

5.9- Planejamento Ambiental e Urbano de Campo Grande

O planejamento ambiental urbano de Campo Grande é realizado por diversos setores da sociedade e órgãos, tais como o Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente (PLANURB), a Secretaria Municipal de Serviços e Obras Públicas (SESOP), a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADES), a Secretaria Municipal de Controle Urbanístico (SEMUR), os Conselhos Regionais, entre outros. Campo Grande conta com vários instrumentos que dão suporte ao planejamento e gestão urbana: as cartas geotécnicas e de drenagem, as fotografias aéreas (GEOMORENA), a hierarquia do sistema viário e as Legislações Urbanísticas, destacando-se entre elas a Lei Complementar nº. 94 (CAMPO GRANDE, 2006), que institui o Plano Diretor, a política urbana e a política de desenvolvimento do Município de Campo Grande e a Lei Complementar nº. 74 (CAMPO GRANDE, 2005), que institui a lei de ordenamento do uso e ocupação do solo.

Em 2006, com a aprovação da Lei Complementar nº. 94, instituindo o Plano Diretor de Campo Grande (PMCG, 2006), o qual, para efeito de planejamento, é baseado num conceito de descentralização e desconcentração de atividades e infra-estrutura, o território urbano foi dividido, em sete Regiões Urbanas (R.U.), sendo elas: a Região Urbana do Centro; do Segredo; do Prosa; do Bandeira; do Anhanduizinho; da Lagoa; e Região Urbana do Imbirussu. Cada uma delas recebeu o nome de seu principal curso d'água, com exceção da região central que, popularmente, já era conhecida com Região Urbana do Centro.

Cada R.U. possui um conselho regional, formado por representantes da comunidade eleitos pelo voto direto. Aos conselhos regionais compete, no âmbito da respectiva região, acompanhar a aplicação das diretrizes do Plano Diretor e legislações pertinentes, sugerindo modificações e prioridades, inclusive no que se refere a obras e serviços; acompanhamento da discussão do Orçamento Anual destinado à respectiva região; e acompanhamento na elaboração dos Planos Locais (PLANURB, 2004a).

O Plano Diretor de Campo Grande (PDCG), que trata de sua política urbana, tem como papel fundamental a gestão urbana compartilhada por meio do Sistema Municipal de

Planejamento. O mesmo tem como diretrizes o estabelecimento de critérios que assegurem a função social da propriedade, a instituição de instrumentos para gestão do desenvolvimento urbano, **estabelecimento de meios de controle da qualidade ambiental urbana**; instituição de planos locais (instrumentos para descentralização do desenvolvimento e das ações do planejamento urbano, entre outros). Outro grande papel do PDCG é a instituição de Áreas Especiais de Interesse Urbanístico, Ambiental, Cultural e Social.

Na que dispõe sobre o ordenamento do uso e da ocupação do solo no Município de Campo Grande e da outras providências, Lei Complementar nº. 74 (CAMPO GRANDE, 2005), há diversos instrumentos que orientam, dentre outros fatores, sobre o adequado adensamento populacional da área urbana com vistas a melhorar, proteger e recuperar a qualidade do ambiente urbano. Essa lei define o perímetro urbano; divide a cidade em 11 (onze) zonas de uso e 6 (seis) corredores de múltiplo uso, estabelecendo índices urbanísticos para estes. Cria a figura da GDU – Guia de Diretrizes Urbanísticas, instrumentos específicos para o ordenamento do uso do solo em área urbana.

A Carta Geotécnica é um instrumento que orienta intervenções em função das características dos terrenos, e divide a área urbana em unidades homogêneas a fim de identificar **problemas e riscos**, estabelecer recomendações quanto às tendências da expansão urbana, estabelecer critérios de correção e prevenção quanto à ocupação de áreas degradadas e critérios de proteção dos recursos naturais e otimizar a utilização dos recursos financeiros na programação dos custos dos empreendimentos em cada unidade homogênea (PMCG, 2002b).

A Carta de Drenagem apresenta recomendações gerais e específicas, critérios, condicionantes e diretrizes para elaboração de projetos na área urbana, considerando as especificidades das micro-bacias e as possibilidades de uso e ocupação do solo, visando à manutenção das boas condições ambientais das micro-bacias (PMCG, 2002b).

De acordo com a PMCG (2002b), a Hierarquia do Sistema Viário, instituída pelo Decreto nº. 7.360/96, é um importante elemento ordenador do espaço urbano, uma vez que estabelece a classificação da malha viária segundo funções, condições de acessibilidade, fluxo e volume de tráfego, tendo em vista a expansão urbana e a qualificação do sistema viário e do sistema de transporte coletivo.

A Agenda 21 Local, baseada nos princípios da Agenda 21 Nacional e Global, é mais um instrumento de gestão ambiental e urbana do Município. A PMCG, por meio do PLANURB, executou, em parceria com o MMA/FNMA, o projeto intitulado “Agenda 21: Campo Grande Nosso Lugar”. Um dos principais princípios da Agenda 21 Local foi o de promover o desenvolvimento sustentável, ou seja, propiciar uma melhor qualidade de vida e

ambiental para as presentes e futuras gerações. Para que seja possível alcançar os seus objetivos, a Agenda 21 Local não poderá ser desenvolvida e implementada somente pelo poder público, ficando assim destacado o papel fundamental da sociedade, principalmente da sociedade civil organizada (PLANURB, 2004a).

As fotografias aéreas do GEOMORENA (PLANURB, 2004b), fotografias de alta resolução espacial (possuem fotografias com resolução espacial de 1m e de 0,18m), são utilizadas por vários órgãos do Município. As mesmas podem servir de ferramenta de suporte à tomada de decisão para diversos setores, tais como: Saúde, Educação, Planejamento Urbano e Meio Ambiente. No que tange ao planejamento ambiental e urbano, as fotografias do GEOMORENA (PLANURB, 2004b) apresentam diversas aplicações, tais como: monitoramento da qualidade ambiental dos recursos naturais, ferramenta de suporte ao licenciamento ambiental e ao controle urbanístico, dentre outras.

5.9.1- PLANEJAMENTO AMBIENTAL E URBANO DE CAMPO GRANDE E A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), o gerenciamento dos recursos ambientais é de responsabilidade dos Municípios, Estados e União, sendo que os Municípios precisam observar as normas e os padrões Estaduais e Nacionais, assim como os Estados têm que observar as normas e os padrões Nacionais. Os Estados e os Municípios ainda têm que respeitar seus limites geográficos para implementar suas políticas, limites esses muitas vezes difíceis de serem identificados na prática.

Com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), que em uma de suas diretrizes gerais de ação cita a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental, ficou decretado que a bacia hidrográfica, área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório, seria a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH).

5.10- Qualidade dos Recursos Hídricos

Segundo LANNA (1999), a crescente escassez da água bem como sua importância na maior parte das atividades humanas e nos processos ecológicos têm dado margem a especulações sobre a “Crise da Água”, que se supõe ocorrer no início do atual milênio. Com efeito, este elemento fundamental apresenta tendências de, cada vez mais, se encontrar comprometido com demandas crescentes para abastecimento público e irrigação, acarretando o seu esgotamento. Outro aspecto nem sempre considerado a respeito da escassez é de ordem qualitativa: exatamente onde ocorre a concentração de demandas hídricas, os mananciais acabam comprometidos pela poluição promovida pelos efluentes originados por estes próprios usos. A falta da qualidade da água é preocupante, visto que, segundo estimativas da organização Mundial da Saúde (OMS), por ano, 2,5 milhões de pessoas no mundo morrem devido a doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreias (BRAGA *et al*, 2002).

5.10.1- MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA

A manutenção da qualidade ambiental está diretamente relacionada ao conhecimento e controle das variáveis que interferem no problema, sejam elas resultantes das ações do homem sobre o meio ambiente ou de suas transformações naturais. Este conhecimento sobre o meio ambiente pode ser obtido por meio de monitoramento e, no caso dos corpos d'água, a eficácia do monitoramento depende em especial de um projeto e operação adequados do sistema de informações, que é constituído pela aquisição, manipulação, análise e utilização da informação obtida (SOARES, 2001).

Segundo COIMBRA (1991), o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos se constitui num poderoso instrumento, que possibilita a avaliação da oferta hídrica, base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente. Conforme SANDERS (1983 *apud* SOARES, 2001), o monitoramento da qualidade da água é o esforço em obter informações quantitativas das características físicas, químicas e biológicas da água por meio de amostragem estatística. O monitoramento é, em essência, a coleta de dados com o propósito de obter informações sobre uma determinada característica e/ou comportamento de uma variável ambiental.

Os trabalhos de monitoramento e enquadramento dos cursos d'água de bacias hidrográficas indicam as tendências de variação da qualidade das águas, e estabelecem metas a serem atingidas para adequar os usos identificados da água com os níveis apropriados a sua

qualidade. A avaliação da qualidade dessas águas, sob a ótica das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica, direciona a definição de ações prioritárias para a melhoria contínua da qualidade ambiental da região (FREITAS, 2003).

As informações necessárias para a tomada de decisão devem levar em conta todas as características do meio: físicas, antrópicas, sócio-econômicas e ecológicas, possibilitando, desta forma, o monitoramento das ações do homem sobre o meio, e as respostas deste, na forma de impactos (SOARES, 2001).

5.10.1.1- Objetivos do Monitoramento

Para tornar eficiente o planejamento e o gerenciamento da qualidade da água, além das características específicas do local, é importante o levantamento do objetivo do monitoramento antes da coleta e análise das amostras. Segundo SOARES (2001), um projeto de monitoramento pode ter dois tipos de objetivos: gerenciamento e monitoramento. Os objetivos de gerenciamento da rede estão relacionados com o funcionamento do sistema ambiental que está se avaliando, pois a rede deve subsidiar as decisões relacionadas à gestão dos recursos hídricos, enquanto que os objetivos de monitoramento em si se referem mais diretamente ao conhecimento do sistema.

Os objetivos do monitoramento podem ser divididos ainda em planejamento e controle. Segundo COIMBRA (1991), os propósitos de planejamento incluem:

- Fornecimento de informações sobre a qualidade d'água disponível, potencialmente para satisfazer necessidades futuras;
- Prognóstico dos efeitos de novas captações, ou lançamentos de despejos sobre a qualidade da água;
- Auxílio na avaliação dos efeitos de variação hidrológicas sobre o regime de escoamento do curso d'água, provocados por obras hidráulicas (barramento de um rio, manejo de reservatórios, etc.);
- Considerações preliminares na formulação de modelos matemáticos;
- Informações sobre casos e tendências de surgimento de substâncias perigosas.

A classificação dos objetivos de controle, também de acordo com COIMBRA (1991), pode ser através de:

- Identificação de áreas críticas e avaliação da urgência de ações, que visem melhorar sua qualidade;

- Proteção dos usuários do sistema hídrico, avaliando a eficácia das medidas de controle na manutenção ou melhoria da qualidade d'água;
- Determinação de variações da qualidade d'água em períodos específicos, para detectar e medir tendências, e propor ações preventivas.

Um sistema de monitoramento em rios pode ser estabelecido especificamente com os seguintes objetivos (SOARES, 2001):

- Avaliação da qualidade da água para determinar sua adequabilidade para os usos propostos;
- Acompanhar a evolução e as tendências a curto, médio e longo prazo da qualidade, e a quantidade da água do manancial ao longo do tempo;
- Avaliação global do ambiente aquático considerando água, sedimentos e material biológico;
- Determinação de critérios de qualidade da água necessários à manutenção e otimização dos usos da água do manancial.

5.10.2- PADRÕES DE QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA

Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos. Tais teores constituem os padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo. Um modo de definir critérios ou condições a serem atendidos pelos mananciais, é estabelecer uma classificação para as águas, em função dos seus usos. Os mananciais são enquadrados em classes, definindo-se, para cada uma, os usos a que se destina e os requisitos a serem observados (MOTA, 1997).

É de suma importância ressaltar que, segundo a Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), o enquadramento dos corpos d'água definido pela Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), segundo os usos preponderantes da água, visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas permanentes. Depois de definida a classe de um determinado manancial, são adotadas as medidas preventivas e corretivas de controle da poluição, de modo a garantir-se que o mesmo atenda aos limites e condições para ela estabelecidos (MOTA, 1997).

5.10.3- ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Os Índices de Qualidade de Água (IQA) são muito utilizados para transmitir ao público informações qualitativas a respeito da água, e mostrar possíveis tendências temporais da qualidade da água, o que permite comparar diversos cursos d'água (PORTO, 1991).

Segundo PORTO (1991), o índice de qualidade d'água pode ser estabelecido a partir dos seguintes critérios:

1. Estabelecer o uso a ser representado pelo índice. O índice representará a qualidade da água segundo o uso pré-estabelecido;
2. Selecionar os parâmetros que afetam a utilização do curso d'água já estabelecido no item 1;
3. Relacionar a intensidade do parâmetro e a qualidade da água. Determinar relação entre a faixa de valores de um determinado parâmetro que pode se encontrar e suas conseqüências sobre a qualidade;
4. Considerar uma ordem de importância entre os parâmetros através de um sistema de pesos para que, através de uma média ponderada, seja possível mensurar um valor geral para a qualidade da água.

5.10.3.1- Índice de Qualidade da Água modificado pela CETESB (IQA_{CETESB})

A CETESB utiliza o IQA com o objetivo de avaliar o curso d'água para fins de produção de água potável, ou seja, para abastecimento urbano. Os parâmetros de qualidade considerados pela CETESB para formulação do IQA são: temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, número mais provável de coliformes, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais (BRAGA *et al*, 2002).

Para o cálculo dos índices, a CETESB utiliza curvas parâmetro *versus* peso, desenvolvidas por 142 especialistas da *National Science Foundation*, como mostra a Figura 4, onde são apresentadas as curvas médias de variação de qualidade das águas (CETESB, 2005).

O resultado final do índice classifica a água em imprópria, imprópria para tratamento convencional, aceitável, boa e ótima. Segundo a CETESB (2005), a classificação numérica do curso d'água é representada conforme a Tabela 3 e a Figura 5.

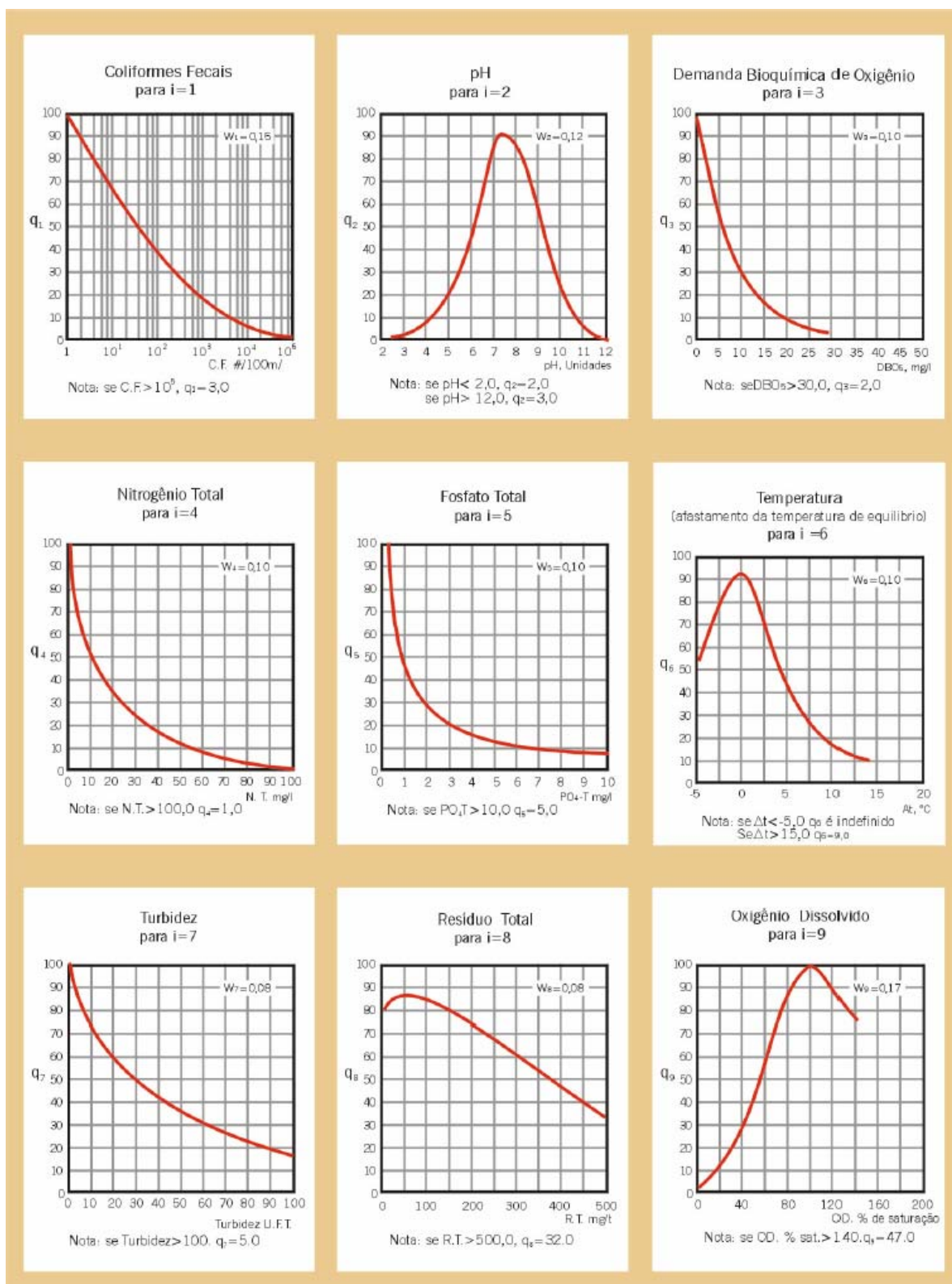


Figura 4 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas

Fonte: CETESB (2005)

Tabela 3 – Representação numérica do IQA/CETESB

0	19	Imprópria (péssima)
20	36	Imprópria para tratamento convencional (Ruim)
37	51	Aceitável
52	79	Boa
80	100	Ótima

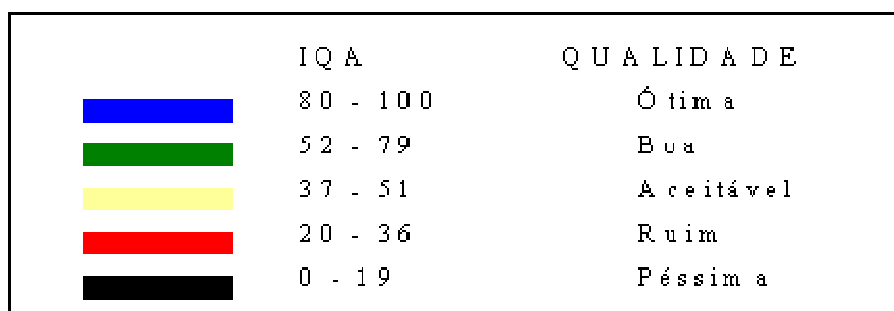


Figura 5 – Padronização IQA das cores representativas. Adaptado de CETESB (2005).

Os índices de qualidade da água, por apresentarem concisamente a informação, têm grande utilidade no que tange às ações de planejamento, para estabelecimento de medidas corretivas que possam recuperar a qualidade do curso d'água (PORTO, 1991). Entretanto, como o IQA engloba diversos parâmetros em um único número, não é possível o esclarecimento e especificação das condições de cada parâmetro. Desta forma, não é possível identificar qual é o problema que um determinado curso d'água possui e quais as tendências de melhoria da qualidade, principalmente quando há alterações significativas em apenas alguns parâmetros (SHINMA, 2004).

5.10.4- PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA

Segundo BRASIL (2005), em seu artigo 2º, inciso XXVII, parâmetros de qualidade da água são substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água. De acordo com VON SPERLING (1996), os parâmetros de qualidade de água são divididos em: físicos, químicos e biológicos.

5.10.4.1- Parâmetros Físicos

pH

O potencial hidrogeniônico representa o equilíbrio entre íons H^+ e OH^- . Por ser um fator limitante para a vida aquática, é um indispensável indicador de qualidade. A vida aquática depende do pH variando em torno de 6 a 9. Porém, muitos peixes e outros animais aquáticos sobrevivem a valores de pH menores ou abaixo de 5,0, embora nestes valores haja maior capacidade de solubilização de metais, aumentando possivelmente a toxidez (BRANCO, 1986).

A presença de pH baixo em um corpo d'água indica água corrosiva, e para valores de pH elevados, indica possibilidade de incrustações nas tubulações (MOTA, 1997).

A utilização mais freqüente do parâmetro para este estudo de monitoramento será a de caracterizar corpos d'água, no que tange ao recebimento de despejos domésticos ou industriais (VON SPERLING, 1996).

Turbidez

A penetração da luz na água é alterada por partículas em suspensão que provocam a difusão e absorção da luz. Turbidez é a alteração da penetração da luz, podendo ser provocada por plâncton, bactérias, argilas e silte em suspensão, fontes de poluição que lançam material fino, entre outros (PORTO, 1991).

A claridade da água é importante nos processos de formação e fabricação de produtos destinados ao consumo humano, e em muitas operações industriais. A claridade de um corpo d'água natural é um importante determinante de suas condições e propriedades (APHA; AWWA; WPCF, 1998).

Temperatura

A temperatura influencia processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e também outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos. A solubilidade dos gases decresce, e a dos sais minerais cresce com o aumento da temperatura da água. Os seres vivos possuem faixas de temperatura para sobreviverem e reproduzirem;

logo, a temperatura da água é um importante fator limitante da produção biota aquática (PORTO, 1991).

Sólidos

Segundo VON SPERLING (2005), os sólidos podem ser classificados de acordo com:

- Seu tamanho e estado (sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos);
- Suas características químicas (sólidos voláteis e sólidos fixos);
- Sua decantabilidade (sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos em suspensão não-sedimentáveis).

O resíduo total, então, é a soma dos resíduos dissolvidos e suspensos de uma amostra de água. No entanto, os sólidos, em uma amostra de água, podem ser subdivididos conforme Figura 6 (FERREIRA, 2000).

Considera-se como sólido total aquela matéria sólida deixada num recipiente após a evaporação de uma amostra de água e sua subsequente secagem à temperatura determinada. A importância do sólido total em uma água situa-se no fato dele afetar o gosto e transmitir propriedades laxativas à água. Os sólidos totais afetam a dureza da água e aumentam o grau de poluição (APHA; AWWA; WPCF, 1998).

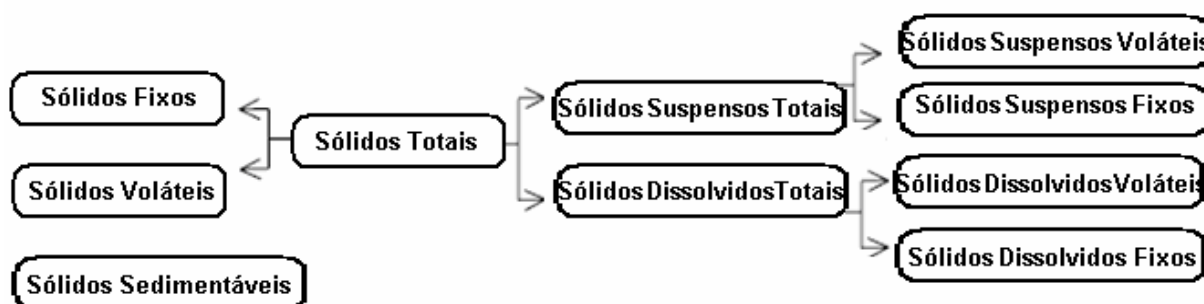


Figura 6 – Tipos de Sólidos presentes na coluna d'água

Em águas naturais, a concentração de sólidos dissolvidos totais em amostras de águas superficiais dá a idéia das taxas de desgaste das rochas por intemperismo. A salinidade também pode ser incluída como sólidos dissolvidos totais. Usualmente, é a parte fixa dos sólidos dissolvidos que é considerada como salinidade (PORTO, 1991). Os sólidos dissolvidos, em águas naturais consistem, principalmente, de carbonatos, bicarbonatos,

cloretos, sulfetos, fosfatos, nitratos de cálcio, magnésio, sódio e potássio (APHA; AWWA; WPCF, 1998).

Tratando-se de sólidos suspensos, estes estão limitados aos sólidos dos valores de turbidez, através da legislação vigente. Sólidos suspensos aumentam a turbidez, prejudicando aspectos estéticos da água, e a produtividade do ecossistema pela diminuição da penetração da luz. Os sólidos suspensos podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos, diminuindo a eficiência dos processos de tratamento de água (VON SPERLING, 1996).

5.10.4.2- Parâmetros Químicos

Oxigênio Dissolvido

O parâmetro oxigênio dissolvido é, sem dúvida, o principal indicador de possibilidade de atividade biológica de um corpo d'água. Sendo o principal indicador de vida, o oxigênio presente na água, em forma gasosa, permite a análise da capacidade de autodepuração do recurso hídrico. A presença de matéria orgânica nos cursos d'água, por exemplo esgoto doméstico, resíduos industriais e biomassa, podem provocar a proliferação de microorganismos, cuja respiração causa a redução ou exaurimento total do Oxigênio Dissolvido na água. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes (VON SPERLING, 1996).

A concentração de OD é influenciada pela temperatura, salinidade, velocidade da água, turbulência da água, pressão atmosférica e atividade de fotossíntese no corpo d'água. Com OD em torno de 4-5 mg/l morrem os peixes mais exigentes; com OD igual a 0 mg/l têm-se condições de anaerobiose (VON SPERLING, 1996).

Nitrogênio

Em meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular (N_2), passando para a atmosfera, nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia (NH_3), nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3) (VON SPERLING, 1996). Na fase nitrogenada da oxidação da matéria orgânica, o primeiro estado do nitrogênio é em forma de amônia, a

qual passa à forma de nitrito e depois de nitrato, por ação de bactérias quimiossintetizantes (MOTA, 1997).

A amônia é altamente tóxica para os seres aquáticos, sendo perigosa na medida em que afeta severamente o processo respiratório. Penetra facilmente nas células, fazendo subir o pH e bloqueando as funções vitais (BRANCO, 1986). O nitrito é um composto derivado da amônia. As bactérias do gênero *Nitrossomonas* utilizam a amônia para obterem energia (a oxidação da amônia libera energia) através de um processo chamado quimiossíntese (processo semelhante à fotossíntese). A diferença está na fonte de energia: as plantas utilizam a energia solar e as bactérias utilizam a energia de reações químicas de oxidação. A oxidação da amônia forma um novo composto, o Nitrito, que ainda é bastante tóxico (VON SPERLING, 1996).

O nitrato já não é tão tóxico quanto a amônia ou o nitrito. No entanto, a longo prazo, altas concentrações de nitrato afetam o funcionamento de alguns órgãos. O nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças como a metahemoglobinemia. Os únicos seres que utilizam o nitrato são as plantas, em forma de nutriente. Em excesso também pode provocar o surgimento de algas (APHA; AWWA; WPCF, 1998).

As principais fontes de nitrogênio são de despejos domésticos, despejos industriais, excrementos de animais e fertilizantes (VON SPERLING, 1996).

Fósforo Total

O fósforo é encontrado na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico, sendo essencial para o crescimento de algas, mas em excesso, causa a eutrofização (APHA; AWWA; WPCF, 1998). Dentre as principais fontes de fósforo podemos observar: dissolução de compostos do solo, decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais (MOTA, 1997).

A presença de fosfato acima dos padrões ambientais pode causar efeitos nocivos, tais como: eutrofização acelerada; concomitante aumento de odores e gosto na água; Toxicidade sobre todos os organismos aquáticos, especialmente os peixes; e prejuízo ao tratamento da água, interferindo na coagulação e floculação (APHA; AWWA; WPCF, 1998).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Segundo MOTA (1997), DBO é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias para que estas consumam a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20°C. Sob essas condições, a $DBO_{5,20}$ quantifica o oxigênio consumido pelas bactérias somente na fase carbonácea (APHA; AWWA; WPCF, 1998)

Este parâmetro foi estabelecido com o intuito de mensurar todo o conteúdo orgânico biodegradável por bactérias aeróbias presentes em um corpo d'água, seja aquele antrópico ou natural (VON SPERLING, 1996).

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Segundo MOTA (1997), DQO é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Para um mesmo líquido, a DQO é sempre maior que a DBO. A principal utilização do parâmetro é para o dimensionamento da diluição da amostra para ensaio de DBO, pois a determinação da DQO tem um prazo muito menor que o ensaio da DBO (APHA; AWWA; WPCF, 1998).

Segundo PORTO; BRANCO & LUCA (1991), este teste tem sido empregado principalmente para operação de sistemas de tratamento de efluentes, e para a caracterização de efluentes industriais.

5.10.4.2- Parâmetros Biológicos

Coliformes Totais e Fecais

Coliformes totais e fecais são grupos de bactérias que, presentes em um corpo d'água, indicam a contaminação fecal e, possivelmente, bactérias patogênicas presentes.

Coliformes totais (CT) constituem-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. No passado, tal grupo foi bastante utilizado como indicador, e continua a ser usado em algumas áreas, embora as dificuldades associadas

com a ocorrência de bactérias não fecais seja um problema Os coliformes fecais (CF) são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e outros animais. O teste para CF é feito a uma elevada temperatura, na qual o crescimento de bactérias de origem não fecal é suprimido (THOMANN & MUELLER, 1987 *apud* VON SPERLING, 1996). Podemos considerar a *Escherichia coli* como uma bactéria presente neste grupo.

6- MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho tem por base a identificação dos principais impactos ambientais urbanos e seus potenciais riscos, a partir da utilização de fotografias aéreas de 2003 GEOMORENA (PLANURB, 2004b), base cartográfica (SEMUR, 1984a e b) e controle de campo para elaboração de um banco de dados georreferenciados em ambiente SIG.

As cartas topográficas utilizadas são do acervo da SEMUR (Secretaria Municipal de Controle Urbanístico) da PMCG (Prefeitura Municipal de Campo Grande) na escala de 1:10.000. Segundo a SEMUR (1984), estas cartas foram elaboradas com base no levantamento aerofotogramétrico realizado pela Empresa Esteio Engenharia e Aerolevantamento, com sede em Curitiba, no Paraná. As fotos aéreas são de 1983 com reambulação em 1984. As cartas na escala 1:10.000 possuem sistema de coordenadas UTM (Projeção Universal de Mercator), projeção cilíndrica conforme *datum* SAD 69, fuso 21, tiveram controle de solo e apresentam curvas de nível a cada cinco metros (SEMUR, 1984a e b).

Para identificação da cobertura do solo foram utilizadas as imagens do Geomorena (PLANURB, 2004b) que recobrem a bacia hidrográfica do Prosa. O Geomorena (PLANURB, 2004b) é um conjunto de imagens obtidas através de fotografias aéreas de pequeno formato (baixa altitude e sem estereoscopia), realizadas em 2003; se encontram no formato ECW e possuem resolução espacial de 0,18m.

Os métodos e as técnicas empregados foram centrados nos seguintes conjuntos de tarefas:

- 1) Compilação, processamento e integração da informação obtida em ambiente SIG;
- 2) Aquisição de dados em campo;
- 3) Obtenção das cartas topográficas de 1983 no formato vetorial, a partir da digitalização das cartas da SEMUR de 1983, à escala 1:10.000;
- 4) Processamento, análise e interpretação de fotografias aéreas (2003).

O presente projeto foi conduzido por meio da elaboração e análise, em ambiente SIG, utilizando-se principalmente os dados provenientes das fotografias aéreas e cartas topográficas.

O primeiro passo foi escanizar a carta topográfica, devendo o arquivo resultante (formato raster) ser corrigido, georreferenciado e então convertido para o formato vetorial e introduzido em ambiente SIG. As Cartas Topográficas da SEMUR foram utilizadas como fonte dos dados para a carta base. Dentro do Ambiente SIG, os dados destas cartas fornecem a

base topográfica (curvas de nível, pontos cotados), a hidrografia, a malha viária e o uso do solo de 1983. Os dados de todas as cartas foram transferidos para uma única base de dados georreferenciada.

Para a elaboração da carta de cobertura, as fotografias aéreas foram interpretadas manualmente, e foi efetuado ainda um controle de campo para verificar a acuidade do resultado da interpretação das imagens.

Ainda em ambiente SIG, os dados extraídos das cartas topográficas foram cruzados com aqueles fornecidos pelas fotografias aéreas, tendo-se como produto final, um banco de dados SIG de toda região de estudo.

Para o levantamento dos riscos se propôs uma técnica adequada às peculiaridades da região urbana estudada. Assim identificaram-se os principais impactos ambientais urbanos da bacia e da região urbana do Prosa (Figura 7).

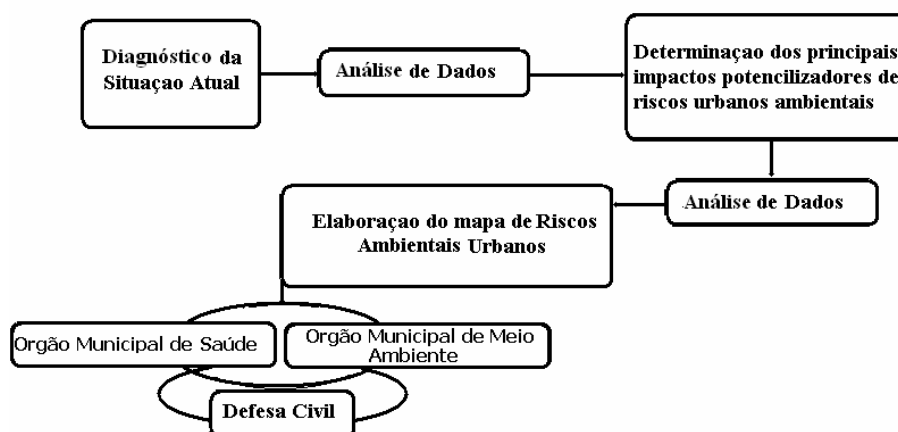


Figura 7 – Etapas propostas para elaboração do mapa de risco ambiental urbano.

6.1- Digitalização das Cartas Topográficas

A primeira parte do trabalho, a digitalização da carta topográfica para a criação da carta de uso dos solos de 2003 (em formato vetorial), compreende duas etapas. Na primeira, a carta é escaneizada. Obtém-se assim uma imagem no formato raster, a qual é corrigida geometricamente (com o uso do software *Erdas-Imagine*, ERDAS 1995 e 1997) para eliminar possíveis distorções do papel ou decorrentes da escanerização. Após georreferenciar as duas cartas (Carta B e D) no ERDAS, fez-se necessário exportar a imagem georreferenciada do formato .IMG para o formato .GEOTIFF, formato compatível com a maioria dos editores de imagens raster, e que foi utilizado para a vetorialização.

Numa segunda etapa, esta imagem, já geometricamente corrigida e georreferenciada, é vetorizada com o uso do software *Macromédia FreeHand* (MACROMEDIA, 2000), que permite uma excelente qualidade de vetorização, principalmente para curvas, se comparando a uma mesa digitalizadora (LAJO, 2003). O trabalho no *Macromedia FreeHand* (MACROMEDIA, 2000) é semelhante àquele com fotografias aéreas e *overlays*, desenhando-se em um *layer* (ou plano de informação) vetorial diretamente sobre a imagem raster. São digitalizadas, em *layers* deferentes, as curvas de nível (cada curva em um layer), os pontos cotados, o uso do solo, o arruamento e a hidrografia (LAJO, 2003).

O arquivo resultante, já vetorizado, é convertido de .FH9 (formato proprietário do *Macromedia FreeHand* (MACROMEDIA, 2000) para o formato .SHP (*Shape File* – Arc View/Arc Gis), formato aceito por muitos SIG, inclusive pelo software (PCI, 2002) utilizado para a modelagem SIG.

6.2. Demarcação dos divisores de água da bacia

A primeira etapa realizada foi a montagem de um mosaico das folhas com as cartas na escala 1:10.000 que cobrem toda a área da microbacia. Para isso foi utilizado o mosaico das folhas B e D (SEMUR, 1984a e b), já em formato digital, como apoio e controle de campo.

Em seguida localizaram-se e demarcaram-se os divisores de água da microbacia. Utilizando-se as curvas de nível e os pontos cotados, traçando-se os limites da bacia sempre na direção perpendicular a uma reta tangente às convexidades das curvas de nível. O traçado desses limites leva em consideração o fato de a bacia hidrográfica ser delimitada por um contorno, dentro do qual toda a água precipitada, quando não evaporada, infiltrada e retida, escoar para um determinado ponto, ou seja, seu exutório, sendo aqui determinado no encontro dos Córregos Prosa e Segredo.

Numa etapa final, determinaram-se alguns pontos do divisor da bacia para que se fosse verificado, em campo, o sentido de drenagem.

6.3. Georreferenciamento da base cartográfica

Com a obtenção das cartas B e D (Figura 8), em formato de papel, escanizou-se as cartas numa resolução de 300 dpi (*dots per inch*), 8 bits, formato TIFF (*Tagget Image File Format*), de maneira a garantir uma boa impressão e facilitar a manipulação da imagem. Após

essa etapa, importaram-se as cartas para o formato .IMG, utilizando-se o programa Erdas Imagine (ERDAS, 1997).

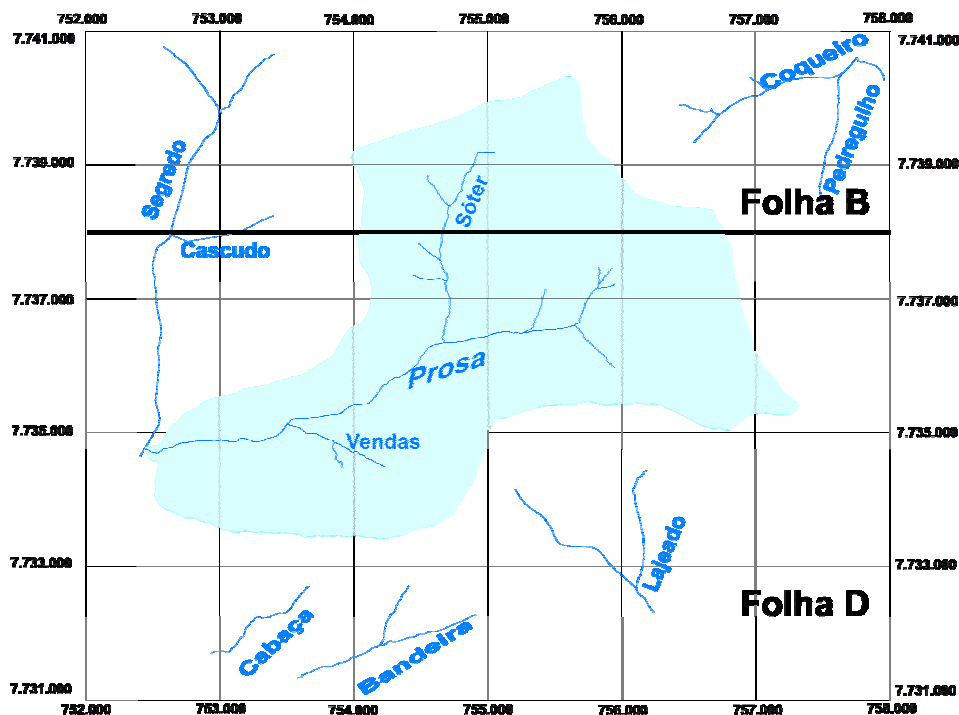


Figura 8 – Mosaico das cartas da SEMUR na escala de 1:10.000, de 1983, coordenadas UTM, datum SAD 69, no qual se localiza a microbacia do Córrego Prosa.

As cartas utilizadas apresentavam diversas distorções (amassados e rasgados) e erros provenientes da escanerização, motivo pelo qual se faz necessária a correção geométrica e o georreferenciamento. Para o georreferenciamento das cartas B e D, foram demarcados 94 e 72 pontos de controle a partir do *Grid* das cartas B e D, respectivamente, e distribuídos homogeneamente, utilizando-se o programa Erdas Imagine (ERDAS, 1997).

Para verificar a precisão e a exatidão cartográfica planimétrica do produto, adotou-se o método proposto por GALO & CAMARGO (1994); para tanto, criou-se um *Grid* automático ou uma grade regular, utilizando-se o programa *Avenza MaPublisher 4.0* (AVENZA, 2001), juntamente com o *Macromedia Freehand 9* (MACROMEDIA, 2000) e comparou-se com o GRID das cartas B e D.

Os pares de coordenadas X e Y foram analisados separadamente, sendo calculadas as discrepâncias entre as coordenadas das cartas e as coordenadas do *Grid* automático (pontos de referência), ou seja, o deslocamento em metros dos pontos da carta em relação aos pontos de referência. Prosseguindo a análise calculou-se a média e o desvio-padrão das discrepâncias.

Analizou-se a ocorrência de tendências nas coordenadas utilizando o software SYSTAT 10.2 (2002), por meio de Teste T de uma amostra, com nível de significância de 90%.

A análise de precisão foi feita por meio de Teste de Qui-quadrado, com nível de significância de 90%, comparando-se o desvio-padrão das discrepâncias com o erro-padrão esperado.

6.4. Tratamento das imagens

Na identificação da cobertura do solo das cartas foram utilizadas imagens do Geomorena (PLANURB, 2004b), das regiões urbanas do Centro, Prosa e Segredo. O primeiro passo para se trabalhar com essas fotos foi converter cada uma do formato ECW para o formato TIFF, para que fosse possível o seu registro. Após serem salvas no formato TIFF foi necessária a criação dos arquivos GEOTIFF das fotos. Com os arquivos TFW atribui-se coordenadas de terreno às imagens.

Para a criação dos arquivos TFW foi utilizado o programa Geo-TiffExamine (MENTOR, 1999), que gera automaticamente o par TFW e TIFF e escreve o respectivo “TAG” no arquivo TIFF (Figura 9).

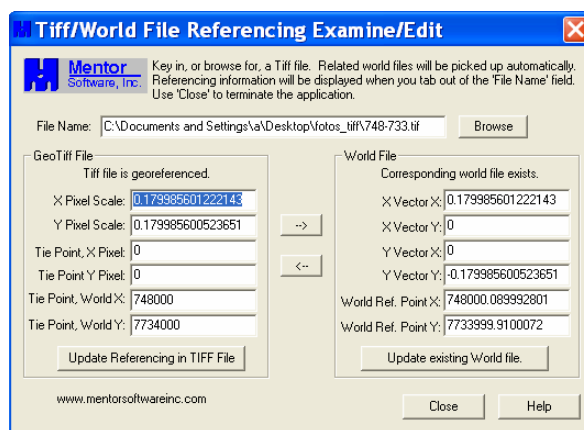


Figura 9 – Janela do Programa Geo-TiffExamine (MENTOR, 1999), que associa pares TIFF/TFW (GEOTIFF) de cada uma das fotos.

O arquivo TFW é um arquivo ASCII (*American Standart Code for Information Interchange*) de seis linhas, nas quais, as duas primeiras trazem o tamanho da imagem na direção X, a terceira e a quarta linhas trazem o tamanho da imagem na direção Y enquanto as últimas linhas trazem as coordenadas do canto superior esquerdo da imagem (Figura 10).

0.179985601222143
0
0
-0.179985600523651
748000.089992801
7733999.9100072

Figura 10 – Exemplo de arquivo TFW do GEOMORENA (PLANURB, 2004b), no caso a foto 748-733.

6.5. Vetorialização dos *Layers*

Para a geração dos *layers*, foi escolhido o programa *Avenza MaPublisher* 4.0 (AVENZA, 2001), juntamente com o *Macromedia Freehand* 9 (MACROMEDIA, 2000).

O *MaPublisher* 4.0 funciona em conjunto com o *Freehand*, dando a este último as potencialidades de um programa de ambiente SIG, georreferenciando *layers*, reconhecendo arquivos com extensões de SIG, e criando bancos de dados georreferenciados. Em contrapartida, o *Freehand* dispõe de uma série de ferramentas de edição para acabamento das cartas, permitindo uma qualidade gráfica que poucos programas SIG apresentam (LAJO, 2003). Isto se deu pelo fato de não haver em muitos SIGs ferramentas que criassem linhas curvas; desta forma, a vetorialização é feita somente com traços retilíneos (digitalização a *spaghetti*), dando uma aparência chanfrada e segmentada, onde deveria haver um trecho curvo, contribuindo até mesmo para a perda de informações na criação do banco de dados SIG (Figura 11).

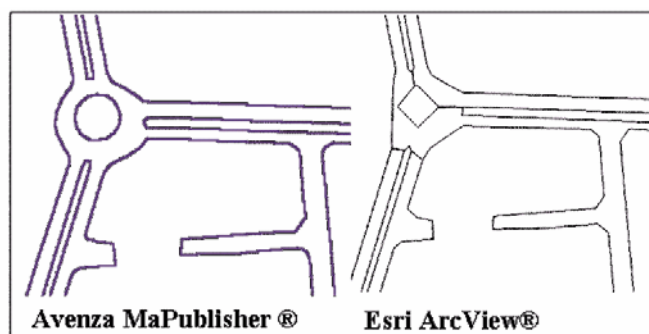


Figura 11 – Comparação entre a vetorialização de um trecho curvo, realizado no Arc View (Esri,1998) (à direita) e pelo MaPublisher (Avenza, 2001) (à esquerda) (LAJO, 2003).

6.5.1. CRIAÇÃO DOS LAYERS

Para utilizar o programa MaPublisher 4.0 (AVENZA, 2001), se fez necessário registrar um *layer*, introduzindo as informações das Cartas B e D, cartas base, sendo as informações de entrada demonstradas na Figura 12.

Figura 12 – Janela MaPublisher 4.0 (AVENZA, 2001) demonstrando os parâmetros a serem adicionados ao programa.

As coordenadas de canto (*Map Anchor X e Y*) foram obtidas utilizando o Software Erdas Imagine (ERDAS, 1997). Na etapa seguinte, se fez necessário adotar um sistema de projeção, no caso, o sistema UTM – *Universal Transverse Mercator* (Figura 13). Em seguida, registra-se a imagem, importando seu arquivo TFW, ficando assim pronta a base para vetorização dos *layers* (curva de nível, cursos d'água, traçado de arruamentos, lotes, quadras, entre outros).

Figura 13 – Janela MaPublisher 4.0 (AVENZA, 2001) demonstrando as informações cartográficas.

Na geração dos mapas da legenda de cobertura, os *layers* foram convertidos do formato .FH9 para o formato .SHP, sendo as informações trabalhadas no Módulo Arc Map do Arc Gis 8.2 o que permite obter um bom aspecto visual dos mapas.

6.6- Legenda de Cobertura Adotada

O Programa CORINE (Coordination of Information on Environment) foi realizado pela Comissão Européia, no período de 1985 a 1990, e nasceu da necessidade de se ter uma base de informações da cobertura do solo de todo o território europeu, e áreas limítrofes, de forma homogênea e suscetível a atualizações periódicas (RIGHINI *et al.*, 1998).

Segundo PARANHOS Fº. (2000), a nomenclatura CORINE (Figura 14 e Tabela 4) compreende três níveis, embora possa ser adequada até um quarto nível ou mais:

- 1) O primeiro, com 05 (cinco) itens, indica as categorias maiores de cobertura dos solos do planeta (resumidas em maior ou menor grau);
- 2) O segundo, com 15 (quinze) itens, é para o uso em escalas 1:500.000 e 1:1.000.000;
- 3) O terceiro, com 44 (quarenta e quatro) itens, é usado em escala 1:100.000;
- 4) O quarto, ou até mesmo um quinto nível, podem ser adicionados, para alguns, ou para todos os itens, seguindo os seguintes pré-requisitos:
 - Os itens adicionais devem incluir todos os tipos de cobertura do solo, cobertos pelo item de nível três ou nível quatro (sendo usados códigos de quatro e cinco caracteres para estes níveis, respectivamente);
 - Os novos itens criados não podem se relacionar com mais de um item nível três. O mapeamento da cobertura do solo do tipo CORINE (que é nível três), deve ser finalizado antes de iniciar o mapeamento de nível quatro.

A legenda de cobertura do solo CORINE pode ser adotada para sistemas complexos, como o espaço intra-urbano que possui um grande número de feições. O espaço urbano é tão complexo que, numa mesma área residencial, podem-se apresentar lotes completamente impermeabilizados, lotes com baixa impermeabilização e alto índice de vegetação, lotes com baixa impermeabilização e baixo índice de vegetação e, ainda, lotes totalmente desprovidos de vegetação. Esta grande variabilidade dificulta a classificação do ambiente urbano em classes.

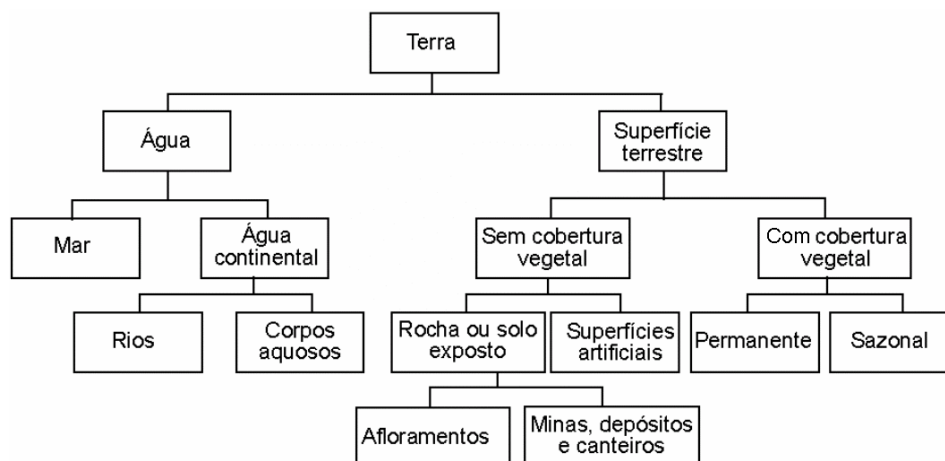


Figura 14 – Esquema teórico para a construção de uma nomenclatura de tipos de cobertura dos solos (HEYMANN *et al.*, 1984 *apud* PARANHOS Fº, 2000).

O presente estudo será baseado na metodologia proposta por LAJO (2003), o qual utilizou a legenda de cobertura do solo CORINE para determinar o uso e ocupação do solo de uma bacia urbana, considerando dentre os mais diversos usos as áreas com cobertura vegetal, os corpos aquosos, as superfícies impermeabilizadas, que fornecerão os dados necessários para a aplicação do método de estimativa de vazão, e outros dados que sirvam para caracterizar a região.

Tabela 4 – Classes de cobertura dos solos do Projeto CORINE (HEYMANN *et al.*, 1994; PARANHOS Fº 2000).

Nível 1	Nível 2	Nível 3
1. Superfícies Artificiais	1.1. Padrão Urbano	1.1.1. Padrão Urbano Contínuo 1.1.2. Padrão Urbano Descontínuo
	1.2. Áreas Industriais, comerciais e de transporte	1.2.1. Unidades industriais ou comerciais 1.2.2. Rodovias, ferrovias e terrenos associados 1.2.3. Áreas portuárias 1.2.4. Aeroportos
	1.3. Mina, depósito de lixo e local de construção	1.3.1. Local de extração mineral 1.3.2. Áreas de bota-fora e depósitos de lixo 1.3.3. Locais em obras
	1.4. Áreas vegetais, não-agrícolas, artificiais	1.4.1. Áreas verdes urbanas 1.4.2. Áreas de lazer e esporte
2. Áreas agrícolas	2.1. Terra arada	2.1.1. Terra arada não irrigada 2.1.2. Terra permanentemente irrigada 2.1.3. Campos de arroz
	2.2 Culturas permanentes	2.2.1. Vinhas 2.2.2. Pomares e árvores frutíferas 2.2.3. Oliveiras
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastagens
	2.4. Áreas agrícolas heterogêneas	2.4.1. Culturas anuais associadas com culturas permanentes 2.4.2. Padrões de cultivo complexos 2.4.3. Terra ocupada principalmente por agricultura, com áreas significativas de vegetação natural 2.4.4. Área agro-florestais
3. Florestas e áreas seminaturais	3.1. Florestas	3.1.1. Floresta Latifoliada 3.1.2. Floresta de Coníferas 3.1.3. Floresta Mista
	3.2. Arbustos e/ou vegetação herbácea associada	3.2.1. Pradaria Natural 3.2.2. <i>moors</i> e <i>heathland</i> 3.2.3. Vegetação esclerófito 3.2.4. Área com vegetação arbustiva em evolução
	3.3. Espaços abertos com pouca ou nenhuma vegetação	3.3.1. Praias, dunas e planícies arenosas 3.3.2. Rocha Nua 3.3.3. Área de vegetação esparsa 3.3.4. Área Queimada 3.3.5. Geleiras e neves perenes
4. Zonas úmidas	4.1. Zonas úmidas continentais	4.1.1. Pântanos internos 4.1.2. Turfeira
	4.2. Zonas úmidas costeiras	4.2.1. Pântanos salgados 4.2.2. Salinas 4.2.3. Planície Intramaré
5. Corpos Aquosos	5.1. Águas continentais	5.1.1. Cursos de água 5.1.2. Corpos de água
	5.2. Águas marinhas	5.2.1. Lagoas Costeiras 5.2.2. Estuários 5.2.3. Mares e oceanos

Em relação ao método de estimativa de vazão, procurou-se determinar a porcentagem de impermeabilização das coberturas estudadas, levando em consideração fatores como densidade de edificação e presença/ausência de cobertura vegetal de uma determinada área. Para tanto, adotou-se os padrões gráficos propostos por FERANEC *et al.* (1995), apresentados na Figura 15. Concomitantemente, estimaram-se os valores do coeficiente de escoamento superficial “*run off*” C adotado para cada tipo de classe de

cobertura, correlacionando-os com os valores apresentados na Tabela 5. O produto final teve como base o conjunto de operações demonstrado na Figura 16.

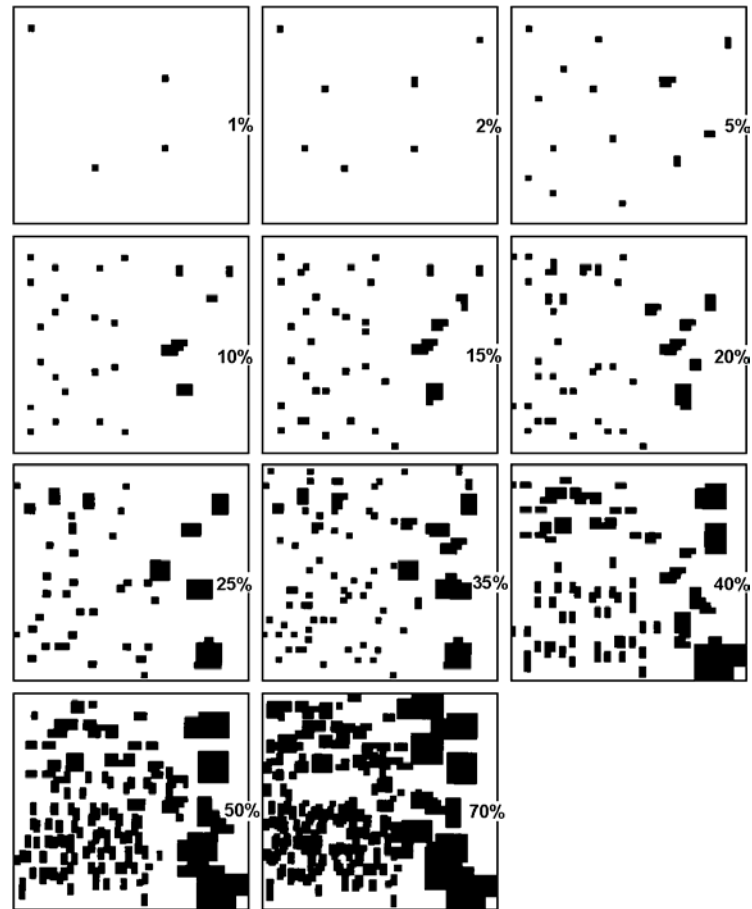


Figura 15 – Quantificação da densidade de uma feição espacial (FERANEC *et al.*, 1995 *apud* BOSSARD *et al.*, 2000).

Tabela 5 – Valores de C adotadas pela Prefeitura de São Paulo (WILKEN, 1978 *apud* TUCCI, 2001).

Zonas	C
Edificação Muito Densa: Partes centrais, densamente construídas, de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 – 0,95
Edificação não muito densa: Partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 – 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 – 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 – 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção.	0,10 – 0,25
Matas, parques e campos de esportes: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parque ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,05 – 0,20

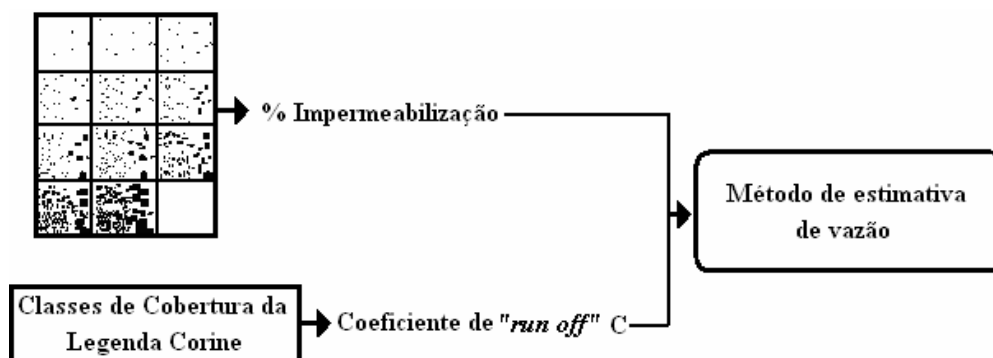


Figura 16 – Metodologia utilizada na determinação dos parâmetros utilizados no método de estimativa de vazão.

6.7- Identificação da Qualidade Ambiental Urbana da Bacia e Região Urbana do Prosa

Existem vários indicadores de qualidade ambiental, tais como indicadores da qualidade da água, do ar, do solo, dos resíduos sólidos urbanos, e índices de vegetação, sendo que a maioria deles está ligada diretamente com a qualidade de vida. O que se buscou nesse

trabalho, foi identificar, de caráter preliminar, a qualidade ambiental urbana da bacia do Prosa.

Foram escolhidos dois indicadores para determinar a qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Prosa: qualidade das águas superficiais e índice de vegetação, tendo estes sido associados ao índice de impermeabilização e ao coeficiente de escoamento superficial.

6.7.1- Qualidade dos Corpos d'água Superficiais

Os primeiros passos dessa etapa foram: determinação dos pontos de amostragem, definição de parâmetros a serem analisados e o tipo de monitoramento adotado. O monitoramento pode ser comparado a um filme, no qual se tem um acompanhamento contínuo. Porém, o que se pretendeu com a realização desta avaliação, foi demonstrar a situação instantânea (uma fotografia) da qualidade da água da bacia hidrográfica do Córrego Prosa, e propor o tipo de monitoramento adequado. Os objetivos do monitoramento podem ser divididos em planejamento e controle. Neste trabalho, sugeriu-se a adoção do monitoramento visando o planejamento.

Segundo COIMBRA (1991), os propósitos de planejamento incluem: fornecimento de informações sobre a qualidade da água potencialmente disponível para satisfazer necessidades futuras; prognóstico dos efeitos de novas captações ou lançamentos de despejos sobre a qualidade da água; auxílio na avaliação dos efeitos de variação hidrológicas sobre o regime de escoamento do curso d'água provocados por obras hidráulicas (barramento de um rio, manejo de reservatórios, etc.); considerações preliminares na formulação de modelos matemáticos; informações sobre casos e tendências de surgimento de substâncias perigosas.

A partir da definição do tipo adotado, monitoramento de planejamento, ou seja, identificação dos possíveis impactos e causas dos mesmos, foram escolhidos os pontos que representassem a bacia hidrográfica do Prosa como um todo (Tabela 6) e (Figura 17) e os parâmetros a serem amostrados (Tabela 7). Preocupou-se em coletar amostras, na medida do possível, em locais onde já existiam dados de qualidade de água, respeitando o objetivo do monitoramento.

Tabela 6 – localização dos pontos de coleta.

Ponto	Descrição	Coordenadas ¹	
1	Córrego Prosa (Após junção dos Córregos Desbarrancado com Joaquim Português)	754314	7736605
2	Córrego Sóter (nascente)	752893	7739103
3	Córrego Prosa (Após receber seu principal afluente, Córrego Sóter)	751937	7736055
4	Córrego Prosa (Após o Cruzamento das Ruas José Antonio com Fernando Correa da Costa)	749571	7734900

¹GPS de navegação. Datum Sad 69. Fuso 21. Projeção UTM.

Tabela 7 – parâmetros de análise de qualidade de água.

Físicos	Temperatura ambiente	Químicos	OD
	Temperatura da água		DQO
	pH		DBO _{5, 20}
	Sólidos sedimentáveis		Fosfato total
	Sólidos dissolvidos fixos		Nitrato
	Sólidos dissolvidos totais		Nitrito
	Sólidos dissolvidos voláteis		Nitrogênio total Kjeldahl
	Sólidos suspensos fixos	Biológicos	Coliformes totais
	Sólidos suspensos totais		Coliformes fecais (E.coli)
	Sólidos suspensos voláteis		
	Sólidos totais		
	Sólidos totais fixos		
	Sólidos totais voláteis		
	Turbidez		

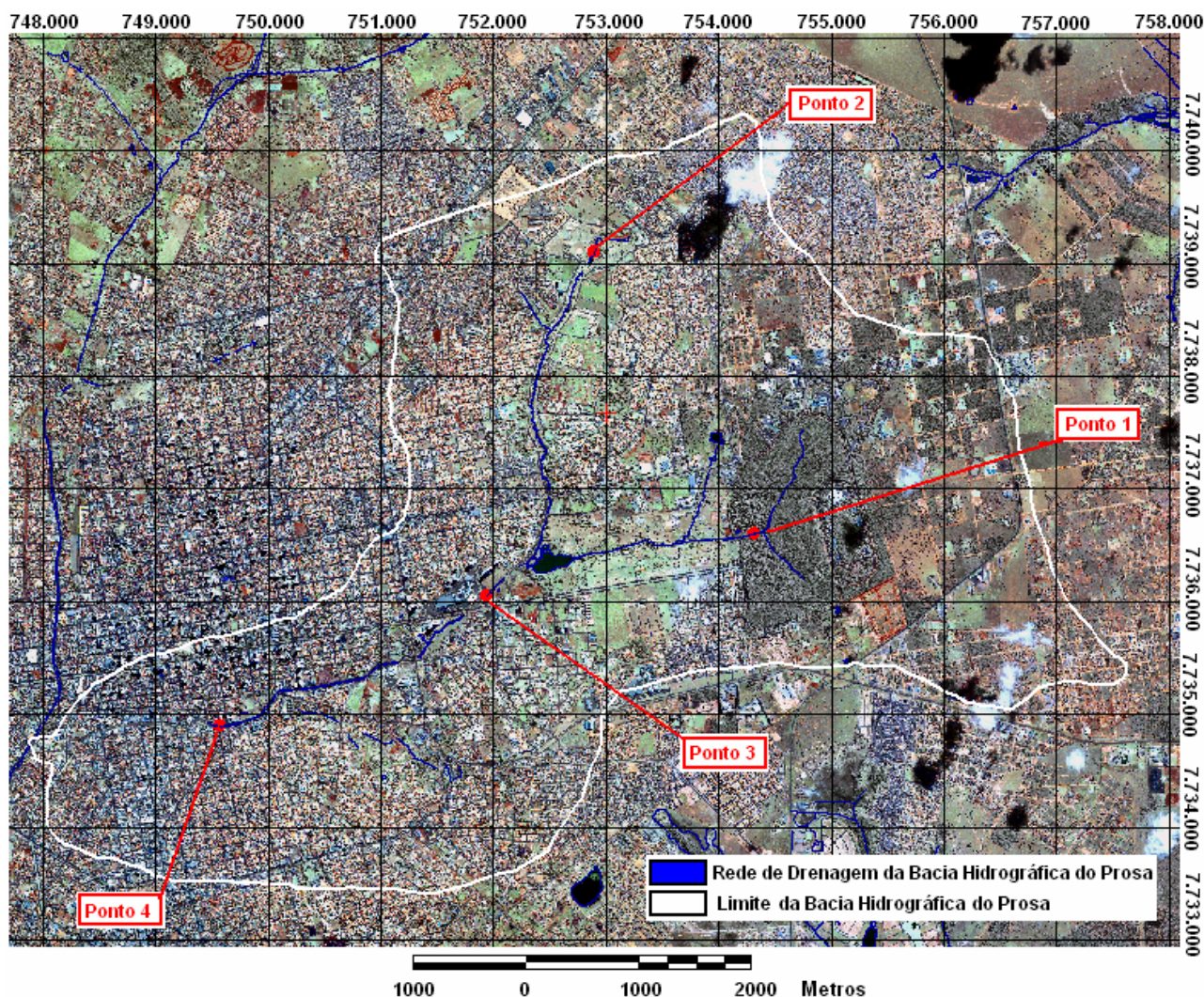


Figura 17 – Pontos de coleta. Essa figura demonstra as poções aonde há maior impermeabilização e maior concentração de áreas verdes da bacia do Prosa.

Os parâmetros foram escolhidos considerando que a provável fonte de poluição dos córregos da bacia do Prosa é o despejo de águas residuárias, sem tratamento prévio, que têm como características básicas altas concentrações de bactérias, matéria orgânica e nutrientes.

A partir dos resultados dos parâmetros analisados, realizaram-se comparações com os padrões qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº. 357/2005 (BRASIL, 2005), e demonstrou-se a qualidade da água por meio de índices. Para este estudo foi escolhido o IQA_{NSF} , adaptado pela CETESB, visto que foi o que melhor se enquadrou aos objetivos propostos de transmitir a situação de qualidade dos cursos d'água amostrados. A escala de variação do índice de qualidade da água está entre 0 a 100, sendo que quanto maior o índice, melhor é a qualidade da água (Tabela 8).

Tabela 8 – Parâmetros, pesos e variações de qualidade água para IQA_{CETESB}.

Parâmetros	Unidade	Peso	Variação
Oxigênio Dissolvido	mg de O ₂ . L-1	0,17	< 19 = PÉSSIMA
Coliformes Termotolerantes	NMP. (100 mL)-1	0,15	
pH	-	0,12	19 < IQA ≤ 36 = RUIM
DBO _{5,20} °C	mg de O ₂ . L-1	0,10	
Nitrogênio Total	mg de N. L-1	0,10	36 < IQA ≤ 51 = REGULAR
Fósforo Total	mg de P. L-1	0,10	
Temperatura da Água	°C	0,10	51 < IQA ≤ 79 = BOA
Turbidez	NTU	0,08	
Sólidos Totais	mg. L-1	0,08	79 < IQA ≤ 100 = ÓTIMA

Fonte: Adaptado de CETESB (2005).

O cálculo do Índice de Qualidade da Água é representado pela equação 1:

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

Onde:

q_i = n = número de parâmetros;

q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro (curvas médias);

w_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro.

Foi realizada, por meio de comparação, a utilização do IQA_{Smith}. Este IQA é calculado utilizando os piores valores do subíndice do IQA_{CETESB}. No entanto, segue-se uma forma não ponderada, pois se considera a igualdade de importância entre os parâmetros que entra no cálculo do IQA. De acordo com este índice, a qualidade da água deve ser verificada por suas características mais pobres, e não pelo conjunto de variáveis.

Cálculo do IQA_{Smith} é realizado pela equação 2.

$$IS = \min(I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n) \quad (2)$$

Onde :

IS = valor do índice;

I_i = valor do subíndice, valores de 0 a 100.

Assim como na tabela de determinação do IQA_{CETESB}, a escala de variação do IQA_{Smith} está entre 0 a 100, sendo que quanto maior o índice, melhor é a qualidade da água (Tabela 9).

Tabela 9 – Variações de qualidade água com base no IQA_{smith} .

Valor do menor subíndice	Descrição da qualidade
$0 < I_{sub} < 20$	Totalmente inadequada para os principais usos
$20 < I_{sub} < 40$	Inadequada para os principais usos
$40 < I_{sub} < 60$	Usos principais comprometidos
$60 < I_{sub} < 80$	Adequadas para todos os usos
$80 < I_{sub} < 100$	Eminentemente adequada para todos os usos

Fonte: SMITH (1989).

6.7.2- O USO DO NDVI PARA AVALIAÇÃO DO ESPAÇO VERDE URBANO

Nesta etapa, utilizaram-se imagens do sensor CCD do satélite CBERS-2, órbita/ponto 163/123, com datas de passagens que representassem duas estações bem definidas do ano, uma seca e outra úmida, mais especificamente as bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) (Tabela 10).

Antes de gerar o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), se fez necessário georreferenciar as imagens CBERS-2/CCD (INPE, 2005). Para tanto, utilizou-se como base uma imagem TM/LANDSAT (do acervo do Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS) já georreferenciada, e o programa ERDAS (ERDAS, 1997).

Tabela 10 – Dados da imagem CBERS-2 utilizada.

	CBERS-2/CCD
Bandas espectrais	0,63 – 0,69 μm (vermelho – B 3)
	0,77 – 0,89 μm (infravermelho próximo – B 4)
Resolução Espacial	20m x 20m
Órbita/Ponto	163/123
Data	19/02/2005
	20/08/2005

Em relação às estações do ano, levou-se em consideração ainda o quão verde ou seca se encontrava a vegetação. Na escolha dessas cenas também se adotou como requisito a ausência de coberturas de nuvens que representassem, como mostra na Figura 18, o pico da chuva (Janeiro), e um dos meses mais secos do ano (agosto). Com essas duas cenas seria possível identificar a resposta da vegetação à precipitação em um mesmo ano.

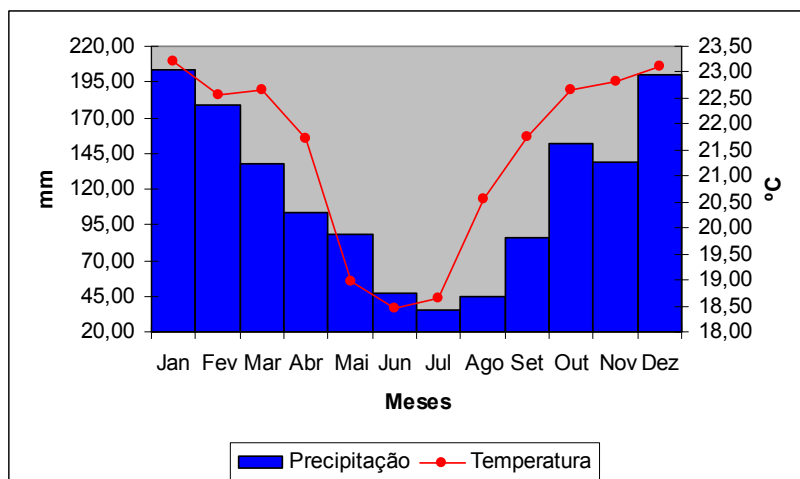


Figura 18 – Variação sazonal do climograma. Dados primários retirados de EMBRAPA (2005 *apud* PLANURB, 2005).

Utilizou-se neste trabalho o NDVI que é definido por:

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho R}{\rho NIR + \rho R}$$

Onde: ρ NIR – reflectância no infravermelho próximo;

ρ R – reflectância no vermelho.

Segundo LIU *et al.* (1991 *apud* GURGEL *et al.*, 2003), para a maioria das regiões, a maior correlação entre o NDVI e a quantidade de precipitação ocorre quando se compara o NDVI com a precipitação do mês anterior. Com base nesta avaliação, determinou-se que as melhores cenas para o mês mais úmido, e mais seco, para 2005, em termos de vegetação, seriam, respectivamente, do mês de fevereiro (19/02/2005) e de agosto (20/08/2005). Com o NDVI gerado a partir dessas duas cenas, recortaram-se os 27 bairros contidos na Bacia Hidrográfica do Prosa por meio de AOI'S (*Areas of Interest*), e realizou-se uma análise estatística para comparar os resultados obtidos a partir da interpretação dos valores de NDVI para cada bairro (Figura 19).

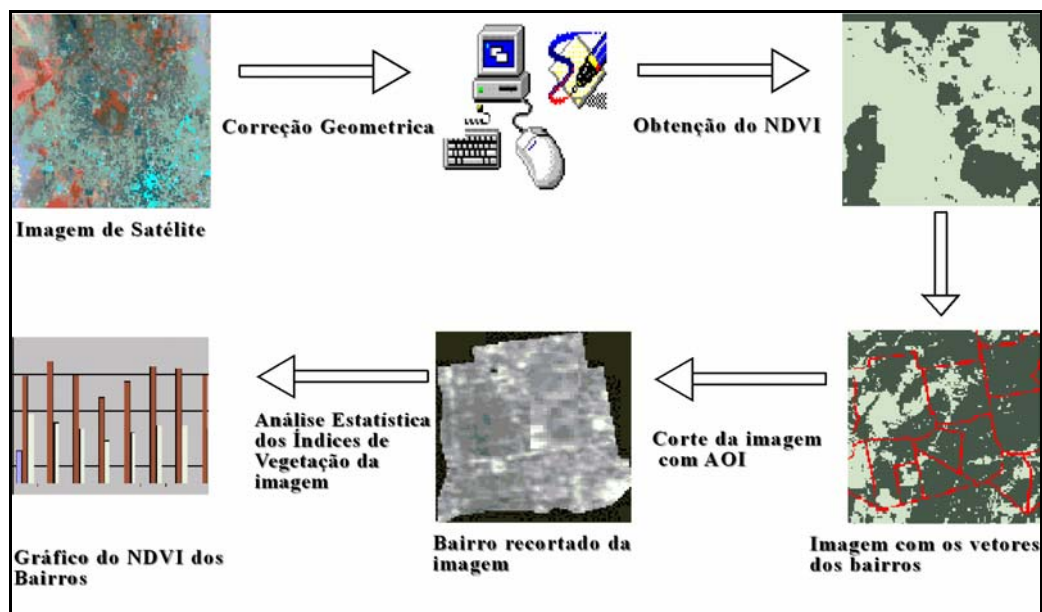


Figura 19 – Esquema mostrando as fases de execução do trabalho, para obtenção do NDVI.

6.8- Identificação dos Principais Impactos e Riscos Ambientais Urbanos da Bacia e Região do Prosa

O conceito de risco ainda foi pouco estudado no que tange às questões ambientais urbanas, sendo bastante abordado nas questões referentes à saúde ambiental e riscos tecnológicos (dentre eles os industriais). Levando em consideração este preceito, no levantamento dos riscos, foi proposta uma técnica própria, sendo que, para que isso se concretize, é necessária a identificação dos principais impactos ambientais urbanos e dos potenciais danos causados na bacia hidrográfica e região urbana do Prosa (Figura 20).

O levantamento dos impactos ambientais urbanos foi realizado por meio de visitas a campo, analisando, principalmente, o uso e ocupação do solo; fotointerpretando as imagens do Geomorena 2003, e interpretando os dados de qualidade dos recursos hídricos superficiais, índices de vegetação e cobertura adotada.

Cruzando as informações de impermeabilização e coeficiente de escoamento superficial, extraídos a partir da legenda de cobertura adotada com as informações extraídas do índice de vegetação, pode-se constatar, por exemplo, o avanço, ou não, da impermeabilização da bacia do Prosa e os impactos relacionados à drenagem.

Comparou-se o índice de impermeabilização extraído da legenda de cobertura com o da carta de drenagem de Campo Grande (PLANURB, 1997); bem como se correlacionou os valores médios de índice de impermeabilização com os valores médios de NDVI de cada

bairro. No levantamento dos principais impactos ambientais urbanos, levou-se em consideração a função social da cidade, assim como suas características de ambiente transformado.

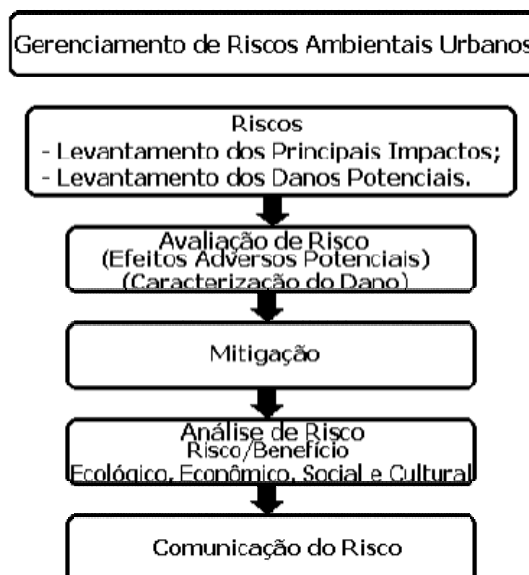


Figura 20 – Determinação de risco ambiental urbano

Em relação à Figura 20, na aceitação, ou não, do risco deverão ser levantados todos os efeitos benéficos e adversos. Um risco poderá ser ecologicamente benéfico, porém, socialmente falando, poderá ter efeitos adversos. Esta, e demais situações que poderão surgir na análise de riscos ambientais urbanos, dependerão diretamente da experiência de quem possui o poder de decisão. Um exemplo de mitigação em relação à contaminação orgânica, é a minimização de seus efeitos por meio de saneamento básico e com a adequação da coleta, tratamento e destinação final apropriada dos Resíduos Sólidos Urbanos.

No levantamento dos riscos ambientais urbanos, foram considerados os riscos que estão diretamente ligados ao uso e ocupação do solo:

- Riscos Industriais;
- Riscos em áreas específicas (explosões, entre outros);
- Riscos à saúde devido à falta de saneamento (por exemplo, riscos de contaminação por doenças de veiculação hídricas em corpos d'água contaminados);
- Riscos à saúde devido à má drenagem urbana (inundações);
- Riscos referentes ao processo de urbanização não planejado (aglomerações populacionais sujeitas à inundação);
- Risco de contaminação por postos de gasolina.

7- RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1- Demarcação dos Divisores de Água da bacia

Verificou-se que a demarcação dos divisores da bacia hidrográfica do Prosa, mesmo se tratando de uma bacia urbana em que o uso do solo apresenta-se bastante alterado (aterramentos, construção de estradas, entre outros), representa a realidade, visto que observou-se em campo, que a drenagem nos pontos verificados seguia o fluxo definido por esses divisores.

É importante salientar que, nem toda água precipitada na bacia do Prosa se encaminhará para seu exutório, visto que, em alguns pontos da mesma, há transposição de drenagem de água pluvial de uma bacia para outra principalmente por meio de galerias de águas pluviais.

7.2- Georreferenciamento da Base Cartográfica

Buscou-se com o georreferenciamento, atingir uma escala de saída mais detalhada; contudo, calculando-se o erro, observou-se que o erro médio e o desvio padrão foram de, respectivamente, em X 6,6m e 6,8m e em Y 5,5m e 6,7m, portanto, a escala de saída, levando em consideração o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC (BRASIL, 1984), poderá ser de 1:25.000 com uma exatidão cartográfica classe A.

7.3- Classes da Legenda CORINE adotadas

Num primeiro instante, determinou-se a cobertura do solo apenas para a Bacia do Prosa, pois se levou em consideração como a cobertura do solo pode influenciar sobre o escoamento superficial na região. Partindo-se desse princípio, foram encontradas 13 classes de cobertura, apresentadas abaixo:

Classe 1.1.1.1. Área Urbana Densa

Áreas ocupadas em sua maior parte (mais de 80%) por edificações, tendo boa parte de sua área ocupada por superfícies impermeabilizadas (telhados, calçamentos, asfaltos, etc.), como mostra a Figuras 21 e 22.

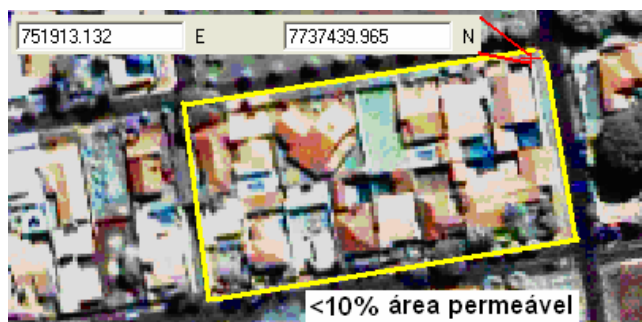


Figura 21 – Área urbana densa constituída basicamente por residências.



Figura 22 – Área urbana densa constituída por edifícios e residências.

Áreas geralmente localizadas próximas ao centro urbano e compostas por residências, condomínios verticais, estabelecimentos comerciais de pequeno e médio porte, entre outros. Áreas quase que totalmente impermeabilizadas, com ausência ou baixa presença de vegetação, sendo assim, estima-se um valor de $I_a = 90\%$ e $C = 0,95$.

Classe 1.1.2.1. Áreas não Parceladas, não Ocupadas ou Muito Pouco Ocupadas

Áreas ocupadas por menos de 20% de edificações, tendo boa parte da sua área ocupada por solo exposto e vegetação. São áreas, em geral, mais afastadas do centro urbano e recentemente parceladas (Figuras 23 e 24). Estimando assim um valor de $I_a = 18\%$ e $C = 0,40$.

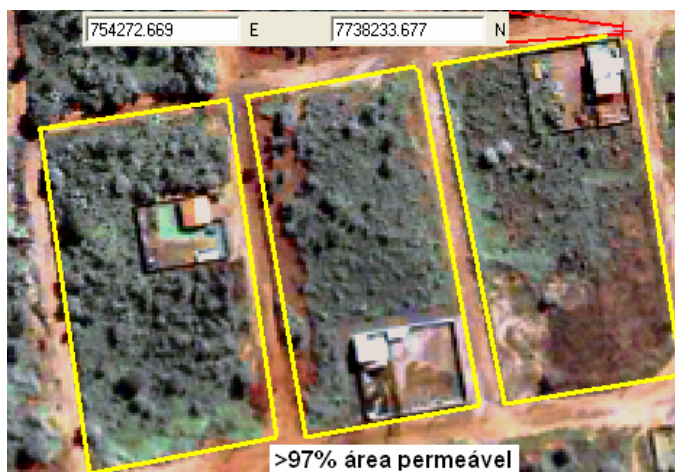


Figura 23 – Área urbana pouco densa coberta por mais de 90% de solo exposto e vegetação. Área recém parcelada.



Figura 24 – Área urbana pouco densa coberta por mais de 90% de solo exposto e vegetação.

Classe 1.1.2.2. Área Urbana Mediamente Densa

Áreas ocupadas por cerca de 20% a 80% de edificações, tendo boa parte de sua área coberta por vegetação ou solo exposto. São áreas dentro, ou não, do centro urbano, sendo muitas vezes denominadas de vazios urbanos (Figura 25). Estimando assim um valor de $I_a = 65\%$ e $C = 0,70$.

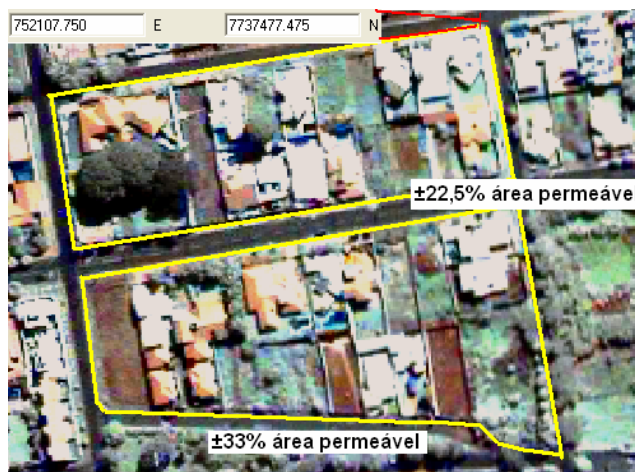


Figura 25 – Área urbana mediana densa constituída por residências e grandes vazios urbanos.

Classe 1.1.2.3. Complexo Sóter

Trata-se de uma área na qual havia presença de favelas, áreas não parceladas, áreas públicas desprovidas de planejamento e que, após um programa de recuperação de áreas degradadas, intitulado como Programa de Recuperação do Parque Sóter e do Parque Linear, por um processo de planejamento urbano e recuperação ambiental, desapropriando algumas áreas, parcelando outras, definindo limites de Áreas de Preservação Permanente – APP, entre outros. Estimando assim um valor de $I_a = 15\%$ e $C = 25\%$.

Classe 1.2.1.2. Unidades Comerciais

Áreas também com texturas bastante heterogêneas, porém, ocupadas quase em sua totalidade por estacionamentos e barracões. Residências poderão existir nessas áreas, porém, poderão ocupar no máximo 20% da área total. Diz respeito a grandes depósitos, supermercados, garagens de empresas transportadoras, oficinas, postos de combustíveis, dentre outros. Essa classe abrange também prédios do setor secundário, tais como postos de saúde, prefeitura municipal, fórum, entre outros (Figura 26). Em geral essas áreas apresentam-se bastante impermeabilizadas, sendo estimado assim um valor de $I_a = 95\%$ e $C = 0,95$.



Figura 26 – Unidade comercial. Note à esquerda o Paço Municipal e à direita uma área predominantemente comercial composta por escolas, SESC, entre outros.

Classe 1.2.1.3. Unidades de Ensino, Centros Universitários e Universidades

Maior parte da área é ocupada por estruturas, edificações e área de superfície artificial constituída em sua maioria por quadras de esportes cobertas ou não, pátios, áreas de lazer parcialmente ou totalmente impermeabilizadas. Podendo ter a presença de vegetação, principalmente gramado artificial e alguns exemplares arbóreos. Espaços reservados para a promoção de cultura, educação, esporte e lazer (Figura 27). Estimando assim um valor de $I_a = 85\%$ e $C = 0,80$.



Figura 27 – Quadra com área de uma universidade, no caso a UNIDERP.

Classe 1.2.2. Rodovias, Ferrovias e Terrenos Associados

Rodovias e estradas de ferro, incluindo instalações associadas (estações, plataformas e aterros) (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITTIES, 1993).

Subdividiu-se a classe CORINE 1.2.2.1., que representa rodovias e ruas, em duas classes de nível cinco, pois de acordo com LAJO (2003) apresentam comportamentos muito diferentes no que diz respeito à drenagem pluvial (Figura 28)

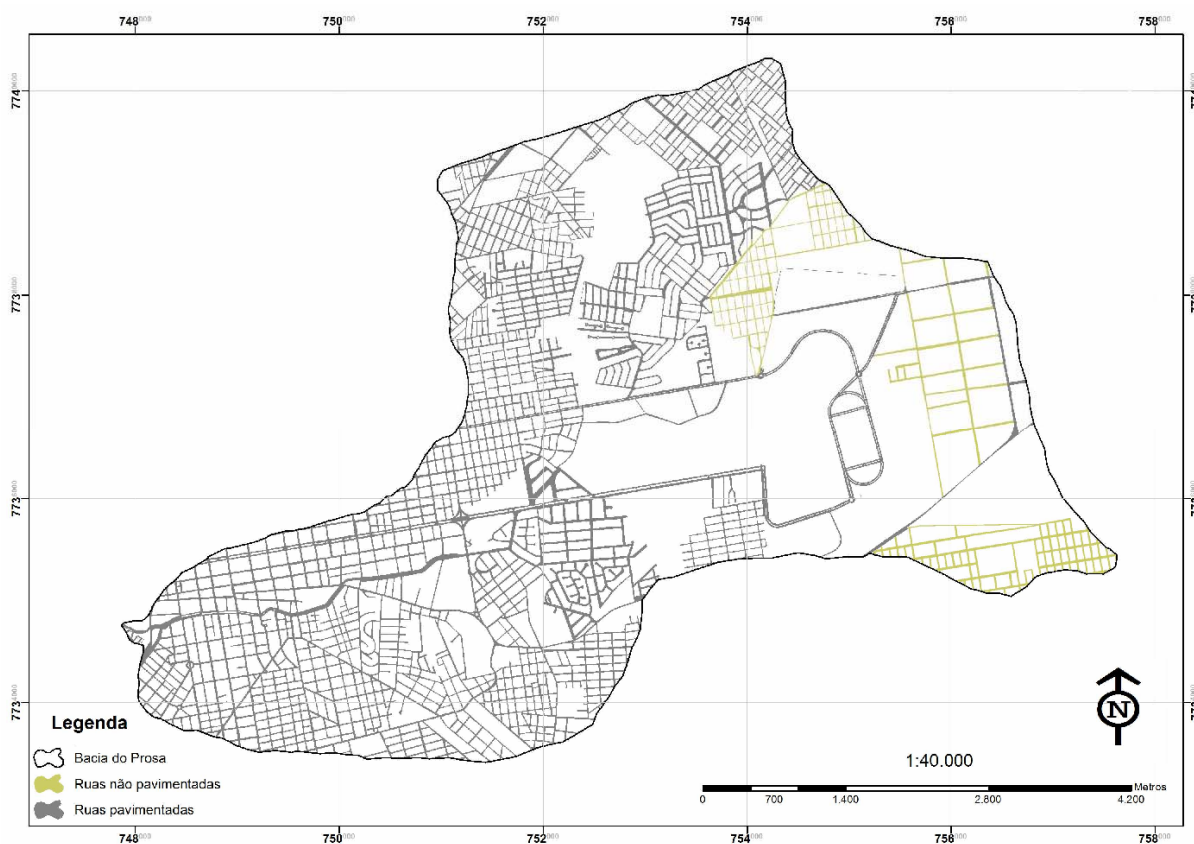


Figura 28 – Distribuição espacial das ruas pavimentadas e não pavimentadas da bacia do Prosa.

Classe 1.2.2.1.1. Rodovia e rua com pavimento impermeabilizado

A classe 1.2.2.1.1. caracteriza as vias de tráfego rodoviário pavimentadas, ou seja, revestidas com concreto betuminoso usinado à quente; este tipo de revestimento é altamente impermeável, o que resulta em um acréscimo significativo na taxa de escoamento superficial e um decréscimo na infiltração de água no solo. Além do que, esta classe contribui de forma significativa para os problemas de poluição difusa (LAJO, 2003), sendo portanto estimado um valor de $I_a = 100\%$ e $C = 0,82$.

Classe 1.2.2.1.2. Estrada e rua sem pavimento impermeabilizado

Esta classe caracteriza a via rodoviária de revestimento que não é impermeabilizado, embora seja de terra batida ou cascalhada, apresenta um determinado grau de impermeabilização; mesmo assim, é ainda muito permeável quando comparada ao revestimento de concreto betuminoso. Em relação à drenagem, este tipo de via apresenta certos tipos de problemas, pois, como todo solo exposto, fica mais susceptível a erosão e pode contribuir com o aumento da produção de sedimento em um curso d'água (LAJO, 2003). Estimando assim um valor de $I_a = 45\%$ e $C = 0,40$.

Classe 1.4.1. Áreas Verdes Urbanas

Áreas com vegetação no interior do padrão urbano, incluindo parques, cemitérios com vegetação e mansões com jardins. Esta classe abrange diversas coberturas: parques públicos, áreas verdes privadas, entre outras (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1993). Estimando assim um valor de $I_a = 12\%$ e $C = 0,22$.

Classe 1.4.1.1. Parque dos Poderes

Foi criada uma classe de nível quatro para o Parque dos Poderes devido ao fato desta área ocupar uma área significativa da Bacia do Prosa, e por ser uma área de grande interesse ambiental, cultural, econômica e social. Essa área é marcada pela presença de edificações, estacionamentos, entre outras infra-estruturas, com exceção da área preservada referente à Estação Ecológica do Parque do Poderes (Figura 29). Essa unidade de conservação, de acordo com a Lei Nº. 9.985 (BRASIL, 2000), é enquadrada dentro da modalidade de Unidades de Conservação de Proteção Integral. Estimando assim um valor de $I_a = 10\%$ e $C = 0,17$.



Figura 29 – Parque dos Poderes.

Classe 1.4.1.2. Parque das Nações Indígenas

Levando em consideração que o parque das Nações Indígenas possui uma pequena parcela de área impermeabilizada (áreas administrativas, quadras de esportes e pavimentação), e que a cobertura predominante nesta unidade são áreas gramadas, estimou-se um valor de $I_a = 12\%$ e $C = 0,20$ (Figura 30).



Figura 30 – Parque das Nações Indígenas.

Classe 1.4.2. Áreas de Lazer e Esporte

Segundo a definição da legenda CORINE (COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITTIES, 1993), essa classe é formada por campos de *golf*, campos de esportes, parques desocupados, pistas de corridas, entre outras áreas de lazer dentro do espaço urbano.

Contextualizando, são áreas de lazer e de valoração urbanísticas, tais como praças, parques e jardins, apresentando, dentre outras feições: quadras de esportes, impermeabilizadas ou não, pistas de corrida e parquinhos. Em geral, boa parte de sua área possui grama e exemplares arbóreos de grande porte. Estimando assim um valor de $I_a = 13\%$ e $C = 0,25$ (Figura 31).

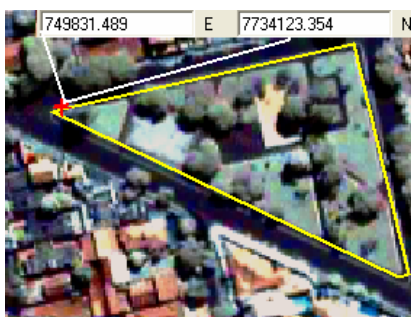
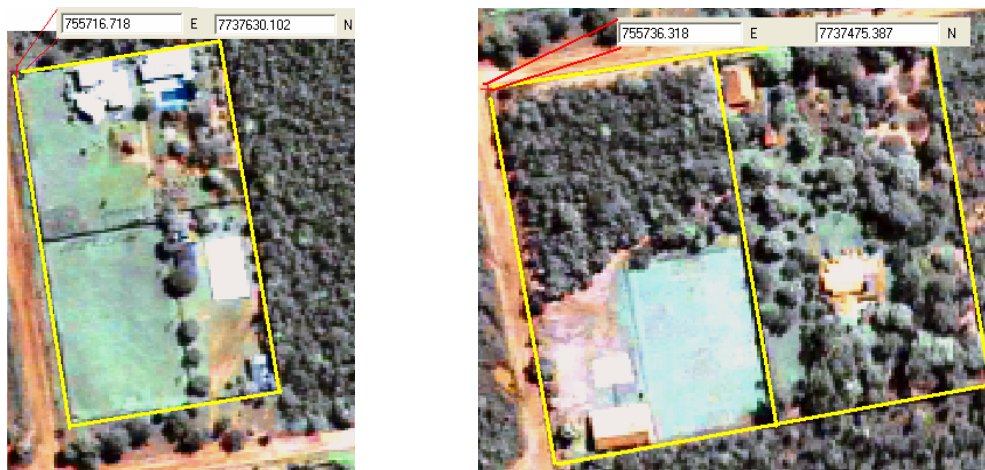


Figura 31 – Praça localizada no Bairro São Bento. Note a presença de quadras de esportes e espécies arbóreas.

Classe 1.4.3. Chácaras Urbanas

Foi criada uma classe de nível três para Chácaras Urbanas, pelo fato de não ser uma área verde urbana, porquanto se enquadra como área de lazer e esporte, por apresentar várias quadras dessa classe dentro da bacia estudada e pelo fato dessas áreas serem tradicionalmente conhecidas como chácaras urbanas.

Esta classe representa áreas verdes particulares destinadas, principalmente, à recreação, sendo utilizada, também, como moradia, em alguns casos. Geralmente está atribuída a essa classe a presença de piscinas, campo de futebol, pomares, dentre outras áreas de lazer e de contemplação à natureza, sendo assim estimado $I_a = 10\%$ e $C = 0,22$ (Figuras 32 e 33)



Figuras 32 e 33 – Chácaras Urbanas, localizadas no Bairro Jardim Veraneio, próximo ao Parque dos Poderes.

7.3.1- Carta de Cobertura

O mapeamento da cobertura do solo e de seus respectivos usos é de grande importância para o planejamento urbano da Bacia e Região Urbana do Prosa, visto que para se planejar, regular e gerir adequadamente o uso, ocupação e transformação do território urbano, é necessário se conhecer a localização espacial das atividades, a estética urbana e o seu potencial ecológico, para satisfazer as necessidades econômicas, sociais e recreacionais do Município.

A legenda CORINE mostrou-se adequada para o levantamento da carta de cobertura urbana da Bacia Hidrográfica do Prosa, podendo ser expandido também para a Região Urbana do Prosa, assim como para as outras regiões. Isso fica consolidado por outros trabalhos desenvolvidos no Município de Campo Grande, como LAJO (2003) e MANTA (2003), e pelo fato do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE já adotar essa legenda de cobertura nos seus levantamentos oficiais.

A carta de cobertura do solo da bacia hidrográfica do Prosa demonstra o uso e a ocupação do solo do ano de 2003, com área ocupada, em sua maior parte, por áreas artificiais (Figura 34 e Tabela 11).

Nesse levantamento, podem-se estimar os Coeficientes C e I_a , os quais poderão ser utilizados, por outros trabalhos, para aplicação em estudos hidrológicos.

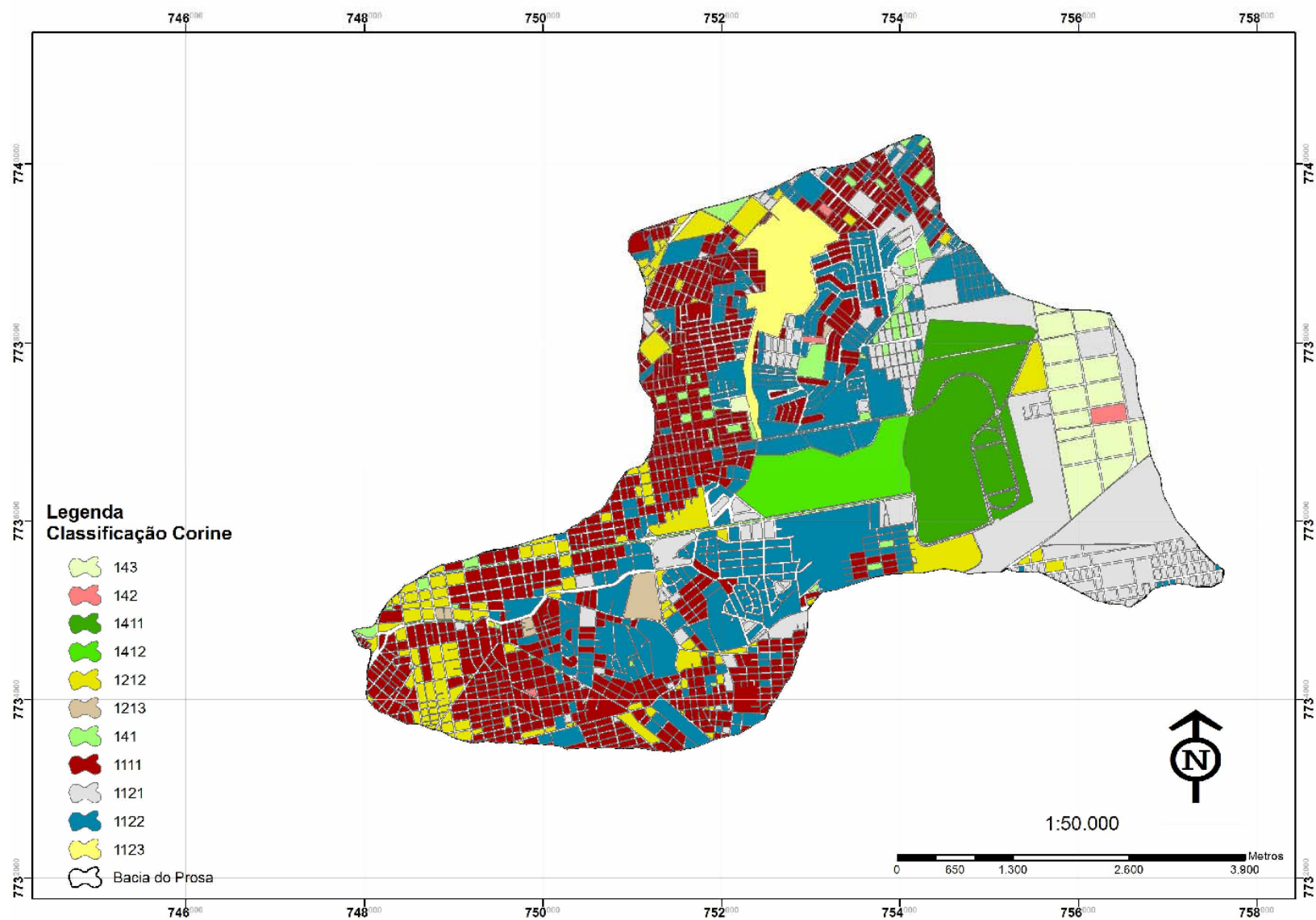


Figura 34 – Carta de Cobertura do solo da bacia do Prosa. Fotointerpretação ano de 2003.

Tabela 11 – Índice de impermeabilização Ia e coeficiente de escoamento superficial C da bacia hidrográfica do Prosa obtidos a partir da carta de cobertura de 2003.

Classe	C	Ia(%)	Área	% do total	C x %	A (imp.) (m ²)
143	0,22	0,10	1462873,32	4,53	0,0100	146287,33
142	0,25	0,13	107642,47	0,33	0,0008	13993,52
1412	0,20	0,12	1220479,72	3,78	0,0076	146457,57
1411	0,17	0,10	2583861,61	8,00	0,0136	258386,16
141	0,22	0,12	801374,00	2,48	0,0055	96164,88
1213	0,80	0,85	227667,93	0,70	0,0056	193517,74
1212	0,95	0,95	2210817,72	6,85	0,0650	2100276,84
1123	0,25	0,15	1012376,16	3,13	0,0078	151856,42
1121	0,40	0,18	4687920,69	14,51	0,0581	843825,72
1122	0,70	0,65	6170621,34	19,11	0,1337	4010903,87
1111	0,95	0,90	7051208,70	21,83	0,2074	6346087,83
12211	0,82	1,00	4142184,87	12,82	0,1052	4142184,87
12212	0,40	0,45	618858,86	1,92	0,0077	278486,49
			32297887,37	100,00	0,63	18728429,24
			% de Área Impermeabilizada			57,99

7.4- Identificação da Qualidade Ambiental da Bacia e Região Urbana do Prosa

A Região Urbana do Prosa (RUP) e a Bacia do Prosa são marcadas por contrastes, visto que apresentam uma porção de sua área bem urbanizada, outra bastante preservada com presença de parques e uma reserva, além de outra em processo de parcelamento.

Estas áreas, levando em consideração o ponto de vista ambiental e a qualidade de vida da população, parece ser uma das regiões mais favorecidas do Município de Campo Grande, visto que possui grandes áreas de interesses ambientais, culturais e urbanísticos, como os Parques das Nações Indígenas e Sóter, e a área referente a Reserva Ecológica do Parque dos Poderes.

Neste trabalho, optou-se por trabalhar com índice de vegetação, qualidade dos corpos d'água superficiais, índices de impermeabilização do solo e coeficiente de escoamento superficial.

7.4.1- Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais

Sabendo da importância de cada um destes córregos, seja por sua função ecológica, por seu uso de potabilidade como por questões paisagísticas, é que se fez necessário discutir a atual qualidade da água dos mesmos.

Os resultados obtidos com a campanha de amostragem realizadas nos córregos Sóter e Prosa deixaram claro que esses córregos urbanos, desde as suas nascentes, apresentam sinais de degradação. É preciso deixar claro, que às margens do Córrego Sóter encontram-se basicamente zonas residenciais, enquanto que o Córrego Prosa, depois de receber seu principal afluente, percorre uma densa zona comercial (postos de combustíveis, oficinas, concessionária de carros, *shopping center*), e zona residencial com a predominância de condomínios verticais.

Por meio da Tabela 12, é possível verificar os resultados obtidos nos quatro pontos amostrados. As amostras foram realizadas em condições de bom tempo, sem ocorrência de chuva nas últimas 24 horas, todas no mesmo dia no período matutino. As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Tabela 12– Resultado da análise de água dos Córregos Prosa e Sóter.

Parâmetros	Resultados				
	Unidades	Ponto 1 Nasc. Prosa	Ponto 2 Nasc. Sóter	Ponto 3 Confluência Prosa/Sóter	Ponto 4 Jusante Prosa
Data da Coleta	dia	17/10/2006	17/10/2006	17/10/2006	17/10/2006
Hora da Coleta	h	10:05	10:40	12:00	12:45
Temperatura ambiente	°C	27,0	29,7	29,1	26,1
Temperatura da água	°C	23,4	26,7	26,2	25,9
pH	-	6,7	6,1	7,0	7,2
Sólidos sedimentáveis	mL.L ⁻¹	<0,1	<0,1	0,2	1,0
Sólidos dissolvidos fixos	mg.L ⁻¹	34,0	37,0	106,0	117,0
Sólidos dissolvidos totais	mg.L ⁻¹	36,0	38,0	110,0	125,0
Sólidos dissolvidos voláteis	mg.L ⁻¹	2,0	1,0	4,0	8,0
Sólidos suspensos fixos	mg.L ⁻¹	50,0	66,0	4,0	89,0
Sólidos suspensos totais	mg.L ⁻¹	60,0	72,0	16,0	97,0
Sólidos suspensos voláteis	mg.L ⁻¹	10,0	6,0	12,0	8,0
Sólidos totais	mg.L ⁻¹	96,0	110,0	126,0	222,0
Sólidos totais fixos	mg.L ⁻¹	84,0	103,0	111,0	206,0
Sólidos totais voláteis	mg.L ⁻¹	12,0	7,0	15,0	16,0
Turbidez	UNT	3,35	3,48	19,7	94,8
OD	mg O ₂ .L ⁻¹	7,2	6,1	5,9	5,3
DQO	mg O ₂ .L ⁻¹	4,2	5,0	9,2	56,7
DBO _{5, 20}	mg O ₂ .L ⁻¹	3,0	3,0	5,0	14,0
Fosfato total	Mg PO ₄ ⁻³ .L ⁻¹	<0,01	0,03	0,17	0,30
Nitrato	mg N.L ⁻¹	0,04	6,86	3,32	3,38
Nitrito	mg N.L ⁻¹	<0,01	0,05	0,08	0,16
Nitrogênio total Kjeldahl	mg N.L ⁻¹	0,07	0,25	1,85	4,42
Coliformes totais	NMP/100mL	1,1x10 ⁴	3,5x10 ³	2,9x10 ⁵	1,6x10 ⁶
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2,2x10 ²	2,3x10 ²	6,4x10 ⁴	4,4x10 ⁵

Na nascente do Córrego Prosa, mais precisamente no Córrego Desbarrancado, o monitoramento da qualidade da água é importante, pois existe captação de água para abastecimento humano, sendo este considerado o mais importante dos usos da água. O ponto 1 serviu como referência para observar que a qualidade da água do referido córrego pode estar sendo comprometida, o que demandaria maiores gastos para tratamento, visando atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria nº. 518/2004 (BRASIL, 2004).

Em relação ao parâmetro Coliformes Totais, na água após tratada, considerando sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês, a ausência em 100ml deverá ser em 95% das amostras examinadas no mês. Para Turbidez, o tratamento deverá ser eficiente para reduzir a quantidade de sólidos presentes na água para atender a Portaria.

O parâmetro Coliformes Termotolerantes por si só não determina se há ou não contaminação por dejetos humanos. Segundo WHO (1993 *apud* VON SPERLING 2005), *Escherichia Colli* é encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminação recente por seres humanos, atividades agropecuárias, animais silvestres e pássaros.

Caso haja objetivo em determinar se, nas amostras analisadas está ocorrendo ou não a contribuição por lançamento de águas residuárias, deverão ser realizados, segundo VON SPERLING (2005), sofisticados testes bioquímicos complementares.

A amostra do ponto 2, que representa a nascente do Córrego Sóter, demonstrou que esta ainda recebe lançamento de esgotos, apesar de ter sido executado um programa de recuperação nas nascentes do Sóter e ao longo do seu curso até a Avenida Mato Grosso. Esse programa apresentou, entre seus objetivos, a retirada de favelas ao longo do córrego, e a retirada de ligações clandestinas de esgoto à galeria de água pluvial. Pode-se constatar, com a amostra do ponto 2, que esse objetivo não foi cumprido por completo, visto que, a quantidade de nitrogênio na forma de Nitrato (NO_3^-) e Nitrito (NO_2^-) na amostra foi relevante, indicando contaminação por esgoto.

Segundo FERREIRA (2000), o nitrato é a forma mais comum de encontrar o nitrogênio na água. Ele pode converter-se bioquimicamente a nitrito, e este a nitrogênio molecular pelo processo de desnitrificação sob condições de anaerobiose. Águas poluídas apresentam concentrações de nitrato superiores a 5 mg/L, e nitrito inferiores a 1 mg/L. Sabe-se, com efeito, que a passagem de Nitrito a Nitrato é muito tênue (FERREIRA, 2000).

Observou-se que, na cabeceira do Córrego Sóter, dentro do Parque Sóter, há uma espécie de lagoa (Foto 1). Nessa lagoa pode-se constatar visualmente, e com as análises laboratoriais, que há lançamento de esgoto clandestino na galeria de água pluvial.

Visualmente, observou-se que a água tinha coloração escura, possuindo um aspecto espumante e odor forte.

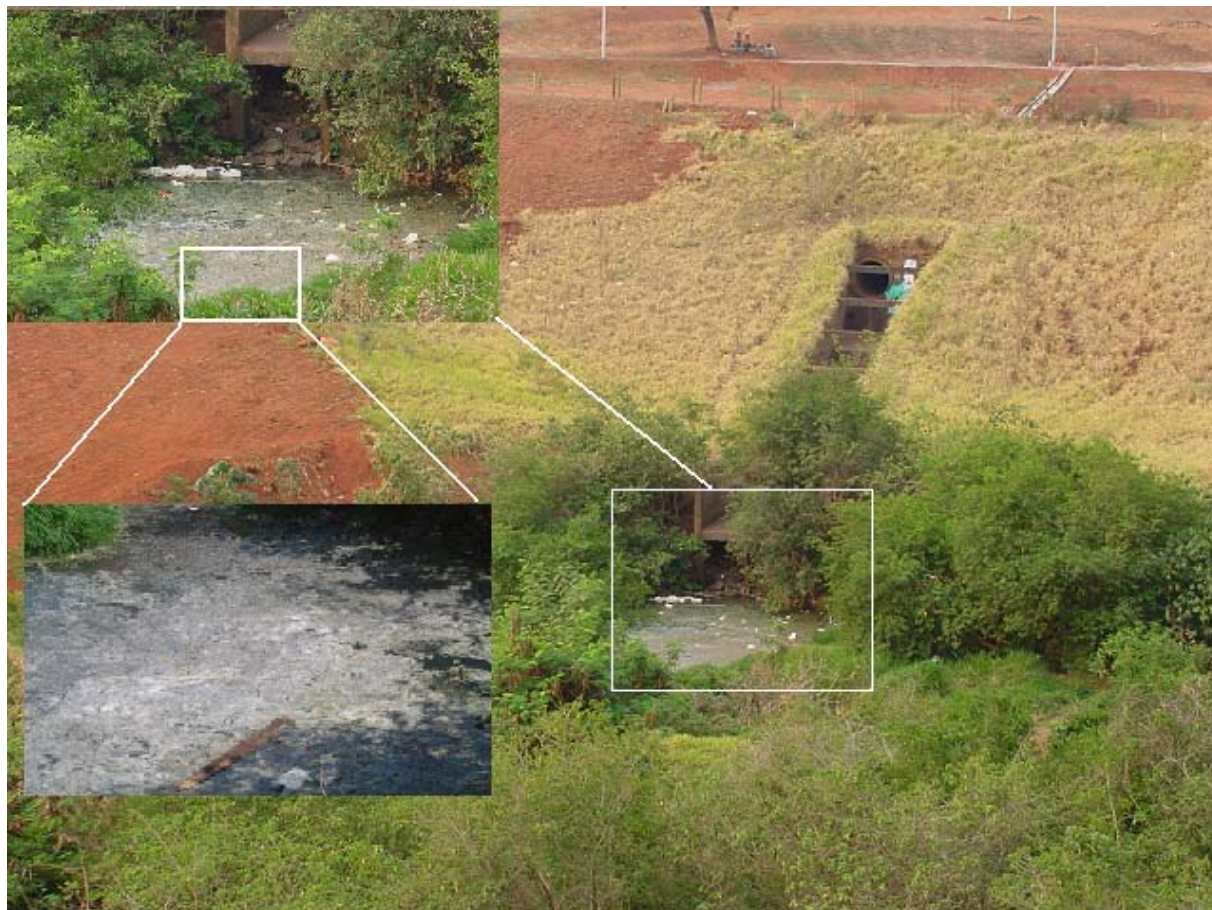


Foto 1 – Lago formado na cabeceira do Córrego Sóter. Note a descarga de águas pluviais e mais embaixo a característica visual da água (17/10/2006).

Por meio da amostra do ponto 2, pode-se comprovar que a alta concentração de Nitrato ($6,86\text{mg.N.L}^{-1}$) deve-se ao fato de que o esgoto que chega por meio da galeria de águas pluviais fica por um certo período retido nessa lagoa, a qual, dessa forma, se comporta como uma lagoa facultativa, ou seja, na interface água-atmosfera há um processo de aerobiose, e na interface sedimento-água há um processo de anaerobiose.

Em relação à amostra do ponto 3, que representa o ponto logo após a confluência do Córrego Sóter com o Córrego Prosa, observou-se que o Prosa, nesse ponto, recebe a contribuição de um curso d'água com qualidade inferior. Isto pode ser explicado devido à verificação de 3 (três) pontos de lançamento de efluentes provenientes de condomínios horizontais no Córrego Sóter, além de um ponto onde provavelmente está ocorrendo lançamento de esgoto clandestino na galeria de águas pluviais.

A qualidade do Córrego Prosa continua diminuindo ao longo de seu curso, fato esse que fica comprovado quando se observa os parâmetros da amostra do ponto 4, ponto que representa praticamente toda a contribuição da bacia do Prosa. Observou-se, nesta amostra, que a Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$) é bem superior a das outras amostras.

Utilizando a relação $DQO/DBO_{5,20}$ para o ponto 4, obtém-se um valor 4,0, deste modo, pode-se inferir mesmo considerando um corpo d'água natural, que, neste ponto, a presença de material inorgânico é maior que orgânico, ou seja, este elevado valor comparativo de material inorgânico, provavelmente, é proveniente do lançamento de águas servidas oriundas de atividades comerciais próximas ao Córrego Prosa.

Observou-se que, ao longo do trecho entre os pontos de amostragem 3 e 4, há várias corredeiras, onde ocorre oxigenação do curso d'água, aumentando assim sua capacidade de assimilação e aeração de coluna d'água. Isso pode explicar por que o oxigênio dissolvido não diminuiu entre as amostras 3 e 4, embora tenha ocorrido um significativo aumento de $DBO_{5,20}$.

Em relação aos sólidos, as amostras do ponto 1 e 2 são as únicas que representam as características dos corpos d'água estudados, visto que a montante do ponto 3 estava sendo implantado uma medida estrutural para conter sedimentos, principalmente provenientes do Córrego Joaquim Português. De acordo com o Processo de Licenciamento Ambiental Nº. 23/100.677/2006 do Instituto de Meio Ambiente Pantanal IMA/SEMA, essa medida baseia-se na construção de um lago de retenção, a montante, para desassorear o Lago Maior do Parque das Nações Indígenas (Foto 2).



Foto 2– Construção do lago para desassorear o Lago Maior do Parque das Nações Indígenas (17/11/2006).

A montante do ponto 4 estava sendo construída uma obra de manejo de águas pluviais Licenciada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADES). Essa medida, de caráter estrutural, tem por objetivo, minimizar a jusante os efeitos das enchentes provocadas por picos de chuvas (Foto 3).



Fotos 3— Obra de manejo de águas pluviais nas proximidades do *Shopping Campo Grande*. Dissipador de energia tipo impacto (17/11/2006).

Ainda em relação aos sólidos, no ponto 1, a maior contribuição é dada pelo córrego Joaquim Português, que está sofrendo um processo de erosão em sua cabeceira. Podem-se verificar, por meio da Foto 4, as condições de assoreamento do Córrego Joaquim Português.

A amostra do ponto 2, que representa a contribuição das nascentes do Córrego Sóter, demonstra o quanto esse córrego está sofrendo assoreamento, provocado pela perda de solo de taludes desestabilizados (sem vegetação) (Foto 5). Este fato fica ainda mais claro, quando se observa a diminuição do espelho d'água presente no Parque Sóter (Foto 6).



Foto 4 – Junção dos Córregos Joaquim Português e Desbarrancado (17/10/2006). Note como o Córrego Joaquim Português apresenta-se assoreado.



Foto 5 – Taludes sofrendo processo erosivo nas cabeceiras do Córrego Sóter (28/10/2006).



Foto 6 – Assoreamento provocado no espelho d'água do Parque Sóter (28/10/2006).

7.4.1.1 – Índices de Qualidade de Água (IQA)

Por meio da Tabela 13 é possível verificar os valores dos subíndices obtidos na Tabela 8, para cada ponto amostrado. Os 3 (três) piores subíndices podem ser verificados em escala de tons de cinza decrescente. Nesta classificação, não foi considerado o parâmetro Turbidez, devido às obras de manejo que estavam sendo realizadas a montante dos pontos 3 e 4, ocasionando carreamento de sólidos em suspensão.

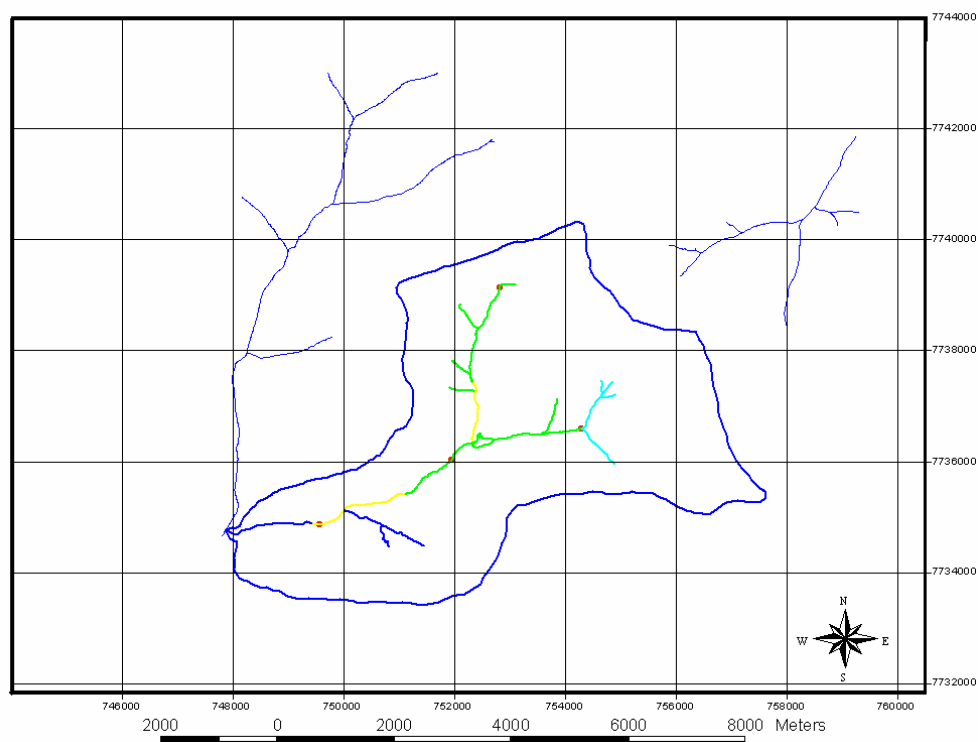
Tabela 13 – Valores dos subíndices obtidos na tabela do IQA_{CETESB}

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Turbidez	91	90	61	19
Coliforme termotolerantes	30	30	5	3
pH	98	99	100	100
Sólidos totais	86	85	84	72
Fósforo total	106	103	82	70
Nitrogênio total	90	66	72	63
DBO_{5,20}	70	70	52	20
Oxigênio dissolvido	97	87	84	73
Temperatura	78	91	92	92

O IQA_{CETESB} verificado aponta os pontos 1, 2 e 3 como de qualidade boa e o ponto 4 como de qualidade regular (Tabela 14 e Figura 35).

Tabela 14 – Valores de IQA_{CETESB}

Pontos	IQA	Condição
1	76	Boa
2	73	Boa
3	52	Boa
4	37	Regular

Figura 35 – IQA_{CETESB} dos córregos da bacia hidrográfica do Prosá

Como dito anteriormente, a qualidade d'água do Córrego Sóter apresenta-se regular a partir do lançamento de esgoto tratado proveniente de 3 (três) condomínios horizontais; porém, ao receber um curso d'água de qualidade superior e com maior vazão, a qualidade do córrego, agora denominado Córrego Prosá, torna-se boa novamente. Devido ao fato de ter rede pública coletora de esgoto disponível nas proximidades, estes condomínios foram notificados para interligar a rede interna à rede pública coletora, contudo, até o momento (julho de 2007), apenas um destes condomínios havia sido interligado.

Os resultados obtidos do IQA_{CETESB}, apontando a qualidade da água como sendo boa e regular, não indicam que o córrego não se encontra com fontes de poluição, já que esse índice considera o produtório ponderado. Se forem verificados os valores obtidos na amostragem de forma individual, é possível verificar que alguns parâmetros apresentam valores elevados.

Para a verificação da qualidade da água por meio do IQA_{Smith} , foram escolhidos os piores valores de cada ponto obtido no IQA_{CETESB} , sendo que os piores valores encontrados em todos os pontos amostrados foram com relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (Tabela 15).

Tabela 15 - IQA_{Smith}

Pontos	Valores dos subíndices IQA_{CETESB}	Descrição da qualidade da água
1	30	Inadequada para os principais usos
2	30	Inadequada para os principais usos
3	5	Totalmente inadequada para os principais usos
4	3	Totalmente inadequada para os principais usos

Comparando o IQA_{CETESB} e o IQA_{Smith} , pode-se constatar que o último mostrou-se ser rigoroso, apresentando sempre valores muito baixos, podendo não representar a qualidade real do corpo d'água estudado. Contudo, a metodologia de Smith pode ser utilizada para a verificação dos índices do IQA_{CETESB} que estão abaixo do esperado, para manter a qualidade de água desejada. Deste modo, apesar da qualidade da água, de acordo com o IQA_{CETESB} , ter sido boa (pontos 1, 2 e 3) e regular (ponto 4), ao se analisar os parâmetros Coliformes Termotolerantes e $DBO_{5,20}$, observa-se que estes estão elevados com relação às legislações vigentes (Tabela 16).

Tabela 16 – Comparação dos resultados com a legislação

Pontos	1	2	3	4	CONAMA 357/2005*
Parâmetros					
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	$2,2 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$6,4 \times 10^4$	$4,4 \times 10^5$	$1,0 \times 10^3$
$DBO_{5,20}$ mg $O_2 \cdot L^{-1}$	3	3	5,0	14	<5
Sólidos Dissolvidos Totais (mg SDT.L ⁻¹)	36	38	110	125	500
Turbidez (UNT)	3,35	3,48	19,7	94,8	100

*Padrões de qualidade de água doce Classe 2.

Por meio da Tabela 16, pode-se verificar também que a qualidade do ponto 1, pode estar tendo seu uso de potabilidade comprometido, visto que há a presença de Coliformes Termotolerantes. Os pontos 3 e 4 apresentam valores elevados de Coliformes Termotolerantes em relação à Resolução CONAMA nº. 357/2005 (BRASIL, 2005). Com relação a $DBO_{5,20}$, pode-se verificar que, nos pontos 3 e 4, os valores ultrapassam o Valor Máximo Permissível (VMP) para corpos d'água classe 2, de acordo com Resolução CONAMA nº. 357/2005 (BRASIL, 2005).

É importante salientar, que as coletas foram realizadas durante o período chuvoso de Campo Grande, outubro a abril, pois, num primeiro momento, pretendeu-se demonstrar a qualidade instantânea dos corpos d'água. Assim, nos períodos de seca, a qualidade de água dos córregos amostrados poderia diferir do resultado verificado, apresentando uma qualidade inferior.

7.4.2- O uso do NDVI para avaliação do espaço verde urbano

Os resultados do índice de vegetação gerado demonstraram que os níveis de cinza mais claros expressam valores que representam altos índices de vegetação em termos de volume de fitomassa, enquanto os níveis de cinza mais escuros representam baixos índices de vegetação, com níveis de cinza próximo à zero. Estes valores correspondem a alvos urbanos como o asfalto, concreto e telhas, que possuem uma área de absorção na faixa do infravermelho próximo.

Esse fato pode ser comprovado quando se compara dois bairros distintos, o Centro e o Jardim Veraneio. O bairro do Centro possui uma alta densidade populacional, e é marcado por áreas pavimentadas, construídas e impermeabilizadas. O Jardim Veraneio possui uma unidade de conservação, o Parque Estadual do Prosa e o Parque das Nações Indígenas. Esse bairro é marcado, ainda, por baixos níveis de densidade populacional, impermeabilização do solo e de áreas pavimentadas e construídas (figura 36).

Pode-se constatar que, a média dos valores de NDVI para o mês mais seco foi de aproximadamente 0,26, e do mês mais úmido foi de aproximadamente 0,32. Observou-se que houve certa homogeneidade do Índice de Vegetação para os bairros da Bacia Hidrográfica do Prosa (Tabela 17).

Os bairros que apresentaram os maiores valores de NDVI foram aqueles que possuem menor intensidade de interferência humana, com presença de áreas verdes, como parques, Áreas de Preservação Permanente (APP), entre outros, como por exemplo, o Bairro Bela Vista (NDVI médio 0,33 para o mês chuvoso, e 0,28 no mês seco), o Bairro Autonomista (NDVI médio 0,38 para o mês chuvoso, e 0,30 no mês seco), e o Bairro Jardim Veraneio (NDVI médio 0,32 para o mês chuvoso, e 0,28 no mês seco). Alguns bairros da região central de Campo Grande, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Prosa, como o Bairro do Centro e o Bairro Vila Carvalho apresentaram valores menores de NDVI, sendo suas médias para o mês mais úmido, respectivamente, 0,28 e 0,23. Para o mês mais seco os bairros do Centro e Vila Carvalho apresentaram NDVI de, respectivamente, 0,22 e 0,18. Essa

variação pode ser atribuída ao fato de estes dois bairros apresentarem um alto índice de impermeabilização do solo (Figuras 37 e 38).

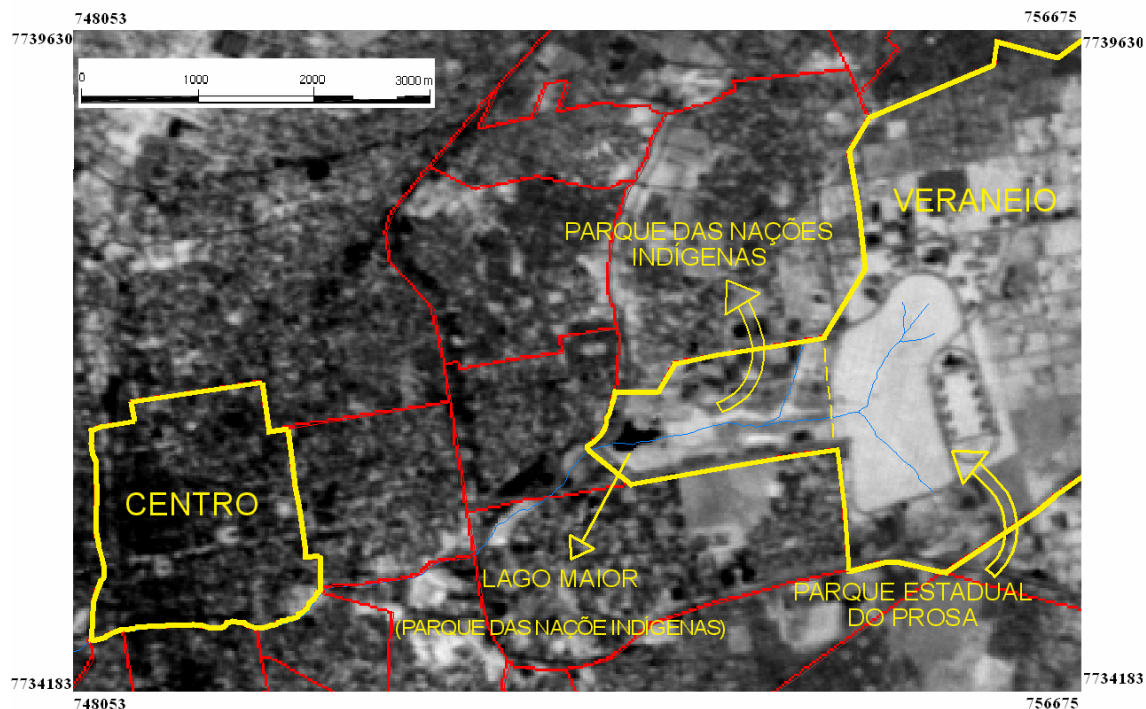


Figura 36 – Índice de Vegetação dos Bairros Jardim Veraneio e Centro.

Já no Bairro Veraneio, observou-se que os valores mínimos do NDVI, tanto na estação úmida quanto na seca, são negativos. Esses valores podem indicar a presença de corpo d'água, neste caso, o espelho d'água do Lago do Parque das Nações Indígenas.

Tabela 17 – Valores de NDVI dos bairros da bacia do Prosa para os meses úmido e seco.

<i>Mês de Fevereiro (úmido) 19/02/2005</i>				
Bairros	Média	D.P	Mín	Máx
Amambai	0,39	0,10	0,21	0,56
Autonomista	0,38	0,08	0,25	0,51
Bela Vista	0,33	0,19	0,00	0,67
Carandá	0,30	0,17	0,00	0,60
Carvalho	0,23	0,14	0,00	0,47
Centro	0,28	0,16	0,00	0,56
Chác. Cachoeira	0,32	0,18	0,00	0,64
Coronel Antonino	0,42	0,10	0,25	0,59
Cruzeiro	0,36	0,08	0,22	0,51
Estrela Dalva	0,30	0,17	0,00	0,60
Glória	0,24	0,14	0,00	0,49
Itanhagá	0,31	0,18	0,00	0,63
Jd.dos estados	0,30	0,17	0,00	0,60
Jd. Paulista	0,35	0,10	0,18	0,52
Margarida	0,30	0,18	0,00	0,60
Mata Jacinto	0,30	0,17	0,00	0,60
Monte Libano	0,24	0,14	0,00	0,49
Noroeste	0,32	0,19	0,00	0,64
Novos Estados	0,40	0,11	0,21	0,58
Parque dos Poderes	0,32	0,18	0,00	0,63
Sta Fé	0,27	0,16	0,00	0,55
São Bento	0,26	0,15	0,00	0,53
São Lorengo	0,29	0,17	0,00	0,59
Tiradentes	0,30	0,17	0,00	0,60
TV Morena	0,38	0,09	0,23	0,53
Veraneio	0,32	0,19	-0,02	0,65
Vilas Boas	0,44	0,10	0,27	0,61
Média	0,32	0,14	0,06	0,57
<i>Mês de Agosto (seco) 20/08/2005</i>				
Bairros	Média	D.P	Mín	Máx
Amambai	0,27	0,07	0,16	0,39
Autonomista	0,30	0,09	0,16	0,45
Bela Vista	0,28	0,16	0,00	0,56
Carandá	0,26	0,15	0,00	0,52
Carvalho	0,18	0,10	0,00	0,35
Centro	0,22	0,13	0,00	0,45
Chác. Cachoeira	0,25	0,14	0,00	0,49
Coronel Antonino	0,33	0,10	0,15	0,51
Cruzeiro	0,26	0,08	0,13	0,39
Estrela Dalva	0,25	0,15	0,00	0,51
Glória	0,18	0,11	0,00	0,37
Itanhagá	0,25	0,15	0,00	0,51
Jd.dos estados	0,22	0,13	0,00	0,44
Jd. Paulista	0,29	0,08	0,15	0,43
Margarida	0,25	0,14	0,00	0,49
Mata Jacinto	0,25	0,15	0,00	0,51
Monte Libano	0,16	0,10	0,00	0,33
Noroeste	0,29	0,17	0,00	0,58
Novos Estados	0,36	0,08	0,21	0,50
Parque dos Poderes	0,28	0,16	0,00	0,56
Sta Fé	0,22	0,12	0,00	0,43
São Bento	0,20	0,12	0,00	0,41
São Lorengo	0,23	0,12	0,00	0,47
Tiradentes	0,24	0,14	0,00	0,47
TV Morena	0,34	0,10	0,17	0,50
Veraneio	0,28	0,17	-0,01	0,57
Vilas Boas	0,34	0,09	0,18	0,50
Média	0,26	0,12	0,04	0,47

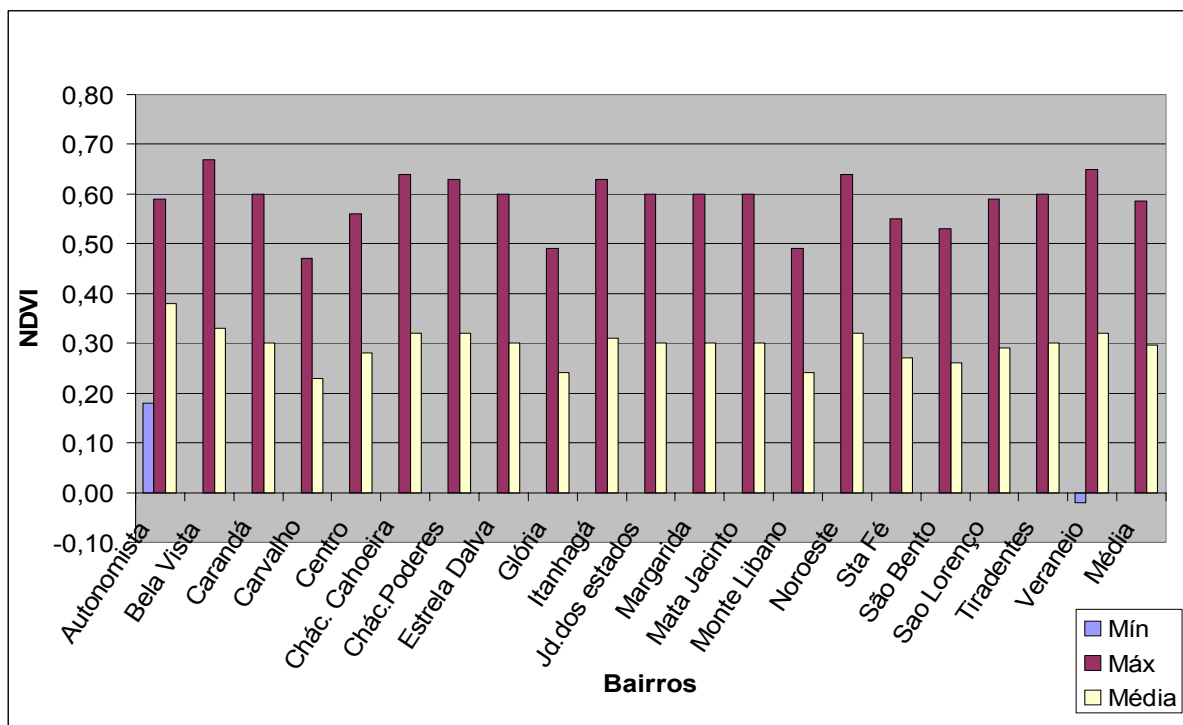


Figura 37 – Distribuição do NDVI dos bairros da Bacia do Prosa para o mês mais chuvoso.

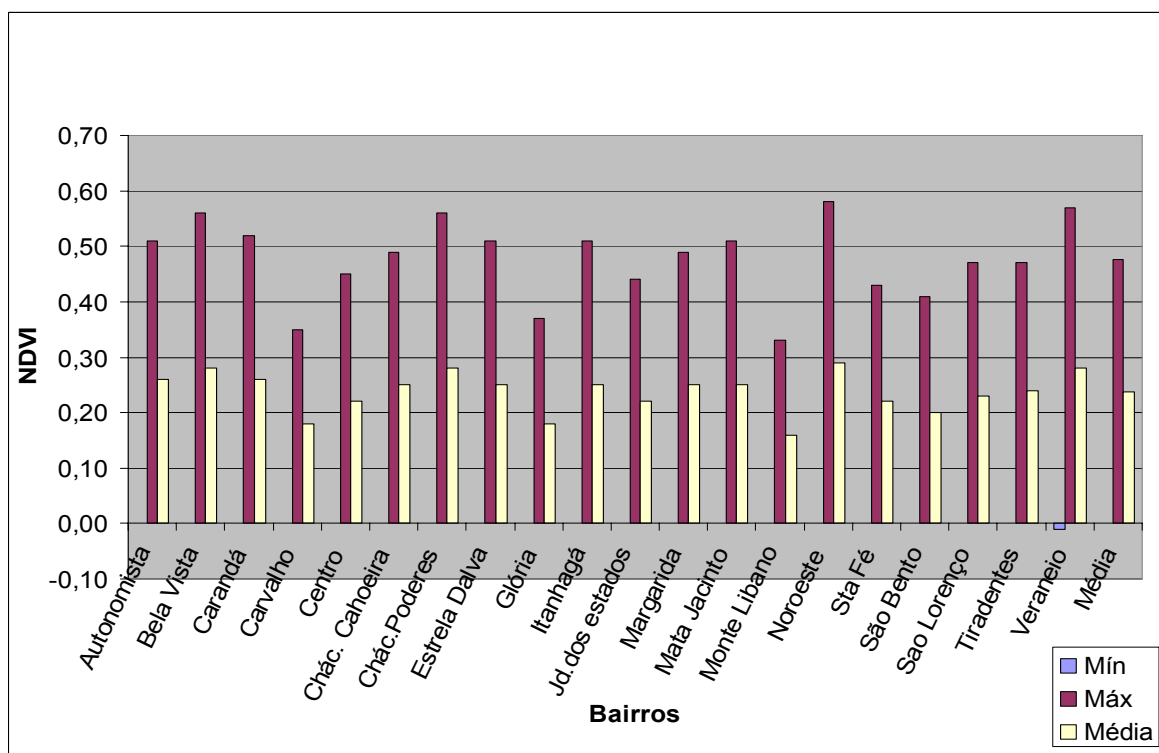


Figura 38 – Distribuição do NDVI dos bairros da Bacia do Prosa para o mês mais seco.

De acordo com PARANAGUÁ *et al.* (2003, *apud* ROSEMBACK *et al.* 2005), em ambientes construídos (espaços intra-urbanos), as áreas de cobertura vegetal constituem um

importante indicador de sustentabilidade, pois garantem áreas permeáveis, reduzem a poluição atmosférica, contribuem para a regularização do micro-clima urbano, aumentam a circulação do ar, retêm até 70% da poeira em suspensão e, se bem projetadas, constituem espaços de lazer. Adotando-se esse princípio, pode-se inferir que, bairros como o Bairro Monte Líbano, Carvalho e Glória possuem uma menor qualidade ambiental, e que, por sua vez, bairros como o Bairro Bela Vista, Autonomista e Veraneio apresentam uma melhor qualidade ambiental.

7.5 - Identificação dos Principais Impactos Ambientais Urbanos e Riscos Ambientais Urbanos da Região do Prosa

Em Campo Grande, o gerenciamento ou gestão ambiental e urbana tem como unidade fundamental de planejamento as Regiões Urbanas. Muitos problemas ambientais, tais como enchentes, alagamentos, contaminações químicas e orgânicas dos corpos d'água, e poluições atmosféricas podem perpassar os limites geopolíticos estabelecidos para essas regiões urbanas, o que se faz com que seja necessário adotar, também, como unidade de planejamento, as bacias hidrográficas.

A tabela 18 apresenta, de uma forma sucinta, a abordagem de cada unidade de planejamento, podendo ser observada, algumas vezes, a interface entre elas. Também se faz necessário para um perfeito gerenciamento, a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo, tendo como princípios básicos:

- O conhecimento do ambiente da bacia;
- O monitoramento ambiental, a auditoria ambiental e o licenciamento;
- A fiscalização dos recursos ambientais, as penalidades legais e as multas;
- A educação ambiental e a participação da sociedade civil.

Tabela 18 – Unidades de Planejamento e sua abrangência

Produto	Abordagem	Unidade¹
Legenda de Cobertura	Alterações Climáticas	R.U.
	Efeitos Hidrológicos (na drenagem urbana e poluição dos recursos hídricos)	B
	Qualidade de vida	R.U.
	Ilhas de calor (alterações climáticas)	R.U.
NDVI	Efeitos Hidrológicos	B
	Ilhas de calor (alterações climáticas)	R.U.
	Erodibilidade do solo	B
Qualidade dos Recursos Hídricos	Superficiais	B
Impactos Ambientais Urbanos	Diminuição da qualidade dos recursos hídricos superficiais	B
	Problemas com drenagem urbana	B
	Assoreamento/Erosão	B
	Aumento de doenças respiratórias	R.U.
	Aumento de temperatura	R.U.
	Ocupação desordenada	B e R.U.
	Ocupação desordenada (zonas de riscos tecnológicos – explosão gasoduto)	R.U.
	Ocupação desordenada (zonas propícias à alagamento)	B

¹ B – Bacia Hidrográfica. R.U. Região Urbana

De acordo com LOPES (2000), a facilidade do uso de bacias hidrográficas está no fato de que as mudanças que ocorrem em uma bacia podem ser sentidas por todos os ocupantes desta, o que nem sempre aconteceria ao serem adotadas unidades administrativas, como unidades fisiográficas, pois nem sempre os limites da bacia coincidem com os limites da unidade administrativa.

A lei 9.433 (BRASIL, 1997) decorre que a unidade fundamental de planejamento ambiental é a bacia hidrográfica, porém, com esse estudo pode-se demonstrar que, dependendo da abordagem a ser enfocada, outras unidades de planejamento devem ser

utilizadas, como por exemplo, as divisões geopolíticas. Isso fica claro ao se estudar o avanço de doenças respiratórias num determinado local. Essa abordagem pode estar ligada a questões climáticas, à poluição do ar e ao uso e ocupação do solo, fatores esses que não se detêm aos limites da bacia hidrográfica. Pensando-se desta forma, é que se decidiu estudar as características da Bacia e Região Urbana do Prosa, levantar os impactos ambientais existentes e enumerar os riscos ambientais urbanos.

Para compreender a bacia e região do Prosa, principalmente no que tange aos seus impactos ambientais urbanos, é necessário analisar a região em todos os seus momentos de evolução, avaliando, assim, seu processo de formação, ocupação e parcelamento. Na compreensão da ocupação e parcelamento do solo da região do Prosa, é necessário considerar aspectos históricos e a complexidade do meio físico. Desta forma, esses impactos, que associam as condições ecológicas ao uso e ocupação do solo urbano, à distribuição espacial da população e às diversidades das classes sociais, podem ser assim definidos:

1. Poluição de mananciais superficiais em razão do inadequado saneamento (podendo gerar riscos à saúde da população, caracterizando-se, deste modo, como contaminação química ou orgânica). Não se realizou nenhuma amostragem da qualidade dos mananciais subterrâneos, porém, notou-se, em campo, que boa parte das residências existentes na área de estudo ainda possui fossas negras. Contudo, esse tipo de disposição final, sem prévio tratamento pode estar causando contaminação no lençol freático, potencializando riscos à saúde humana;
2. Inadequada disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (podendo gerar riscos à saúde relacionados a vetores como ratos, baratas e outros). Nos últimos meses do ano de 2006 e início de 2007 apresentaram-se diversos casos de dengue, sendo muitos focos atribuídos à disposição incorreta de resíduos sólidos em lotes vazios e logradouros públicos;
3. Transbordamentos de rios urbanos devido à ocupação de área de risco (fundo de vales, etc.) e construção de drenagem superficial imprópria. Na Bacia Hidrográfica do Prosa alguns pontos são criticamente alagados, principalmente no período chuvoso de outubro a abril. Para se ter uma idéia, o dia 06 de dezembro de 2005 foi um dia marcante no que tange aos impactos relacionados a alagamentos. Segundo dados da EMBRAPA, no período de duas horas e trinta e cinco minutos (2h35min), choveu, em Campo Grande, cerca de 160mm (o equivalente a cerca de 75% da média de dezembro, quando, comumente, se registra até 210mm de chuva nos trinta e um dias do mês) (MARQUES & MIRANDA, 2005).

No dia 06 de dezembro, houve alagamento em vários pontos da cidade, causando diversos prejuízos (alagamento de casas, suspensão de serviços públicos, destruição de vias públicas, entre outros), o que levou o prefeito da cidade, Nelson Trad Filho, a decretar, no

Diário Oficial do Município, Situação de Emergência. Situações como esta, poderiam ser minimizadas, ou até mesmo evitadas, se fossem tomadas algumas medidas, tais como: a não ocupação de fundos de vale; a não ocupação de outras zonas propícias a alagamentos; a preservação do verde urbano, preservação de matas ciliares e a manutenção da taxa de permeabilidade do solo. Para tanto, é necessário que políticas públicas criem mecanismos, como a taxa de permeabilidade do solo que foi adicionada na Lei de Uso e Parcelamento do Solo de Campo Grande;

4. Aumento da porcentagem de áreas impermeabilizadas na Bacia – considerando que após a fotointerpretação sobre tela de fotografias aéreas do programa Geomorena de 2003 (PLANURB, 2004), e levantamento do índice de impermeabilização extraído da carta de cobertura adotada, a porcentagem de área impermeabilizada da Bacia foi de 57,99% para o ano de 2003, e segundo a Carta de Drenagem de Campo Grande (PLANURB, 1997) era de 20,51%. Esse aumento de áreas impermeabilizadas gera impactos negativos em relação a ciclo hidrológico, visto que aumenta o escoamento superficial (*runoff*), diminui a infiltração no solo, ocasiona mudanças no nível do lençol freático (podendo reduzir e até esgotar o mesmo), diminuição do fenômeno de evapotranspiração, e contribui para o aumento da temperatura local (formando ilhas de calor), em função da diminuição da cobertura vegetal, aumento da ocorrência de enchentes e aumento da poluição dos recursos hídricos superficiais (principalmente com as primeiras chuvas que “lavam” as superfícies impermeabilizadas). O aumento significativo de superfícies impermeabilizadas é um dos fatores que justifica a ocorrência, cada vez mais freqüente, de inundações na bacia hidrográfica do Prosa;

5. Erosão urbana e assoreamento – por meio de visitas em vários pontos da bacia e da região do Prosa, pode-se constatar que a erosão urbana e o assoreamento dos córregos se mostram presentes. A região mais conhecida pelos efeitos da erosão na bacia é a região do Parque do Sóter. Como já relatado na indicação da qualidade ambiental no item qualidade dos recursos hídricos superficiais, o Prosa apresenta processos de assoreamento desde suas cabeceiras. Em relação à região urbana, pode-se dizer que as áreas mais vulneráveis a processos erosivos são as do afloramento dos Arenitos da Formação Caiuá, tendo como principais características: solos formados por areias quartzozas, lençol freático profundo e alta permeabilidade do solo. Uma área bem conhecida da região do Prosa, devido aos processos erosivos, é a área do futuro loteamento Alfa Ville, hoje em processo de recuperação;

6. Ocupação Desordenada (ocupação em zonas afetadas por processos erosivos; ocupação em zonas propícias a alagamento; aumento exagerado da superfície impermeabilizada e ocupação de Áreas de Preservação Permanente – APP). Por muitos anos, com a especulação

imobiliária e devido à falta de planejamento, permitiu-se, em Campo Grande, que se interviesse em áreas de APP, canalizando e retificando os córregos, áreas protegidas que, dentre outros fatores, minimizariam processos erosivos, entrada de sedimento e resíduos nos córregos e os efeitos de alagamento. Hoje, com avanço da legislação ambiental, é permanentemente proibida a interferência nessas áreas, sendo previsto, em caso excepcionais, intervenções quando se tratar de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental;

7. Diminuição da cobertura vegetal – contribuindo para o aumento do escoamento superficial, para o aumento da temperatura, erosão urbana, entre outros fatores. Pode-se constatar que, em geral, os bairros pertencentes à região mais central do município e que foram ocupados há certo tempo, são bairros menos providos de vegetação, e que os bairros mais recentemente parcelados possuem uma maior preocupação com a manutenção do verde urbano. Isso pode ser atribuído ao avanço das questões ambientais e, conseqüentemente, da legislação ambiental pertinente a esse assunto.

O que pode ser considerado como impacto em um ambiente natural, pode não ser impacto na cidade, visto que a cidade é um ambiente social, econômica e ecologicamente transformado, e as pressões sobre o meio são bem mais acentuadas. Nas cidades, também se encontram grandes riscos tecnológicos e naturais que são magnificados devido à falta de infra-estrutura e de planejamento relacionado à localização física da população, que não considera as características físicas da cidade.

A população urbana está exposta a muitos riscos ambientais urbanos que podem causar danos ao meio ambiente e à sua saúde, além de pôr em risco sua segurança. O levantamento dessa diversidade de riscos oneraria a viabilidade deste estudo e tiraria de foco um de seus objetivos, que é o levantamento dos principais riscos ambientais urbanos da Bacia e Região do Prosa.

Antes de enumerar os riscos ambientais urbanos presentes na Bacia e Região Urbana do Prosa, é preciso deixar claro que o Município tem um papel decisivo no que tange as questões referentes aos riscos ambientais e urbanos, basicamente por ser o Município o responsável pelo ordenamento do uso e ocupação do solo urbano, e pelo gerenciamento dos seus desastres. Para um perfeito gerenciamento ambiental e urbano, é necessário que se tomem decisões racionais ambientais, as quais servem de legítimos objetivos sociais, políticos, econômicos e ecológicos. Também é necessário deixar claro, que a concentração urbana é um dos fatores que agravam os riscos ambientais urbanos de uma determinada

localidade, visto que, como já citado na revisão bibliográfica, o risco depende diretamente de quem está exposto ao perigo.

Uma das formas de se representar os riscos seria por meio de métodos de análises matemáticas que fornecessem subsídios objetivos e racionais para auxiliar na tomada de decisão; porém, no presente estudo, não se realizou análises matemáticas, utilizando de uma análise “subjética”, e referencial teórico para a determinação da probabilidade de risco. Segundo BRILHANTE (1999), a matemática tampouco responde à questão de aceitação, ou não, de risco. Pode, sim, nos dar uma boa idéia dos perigos envolvidos em uma atividade, e, ainda, nos fornecer importantes subsídios para debate. O simples fato de que a matemática produz pequenas probabilidades de risco, não significa que este seja imediatamente ‘aceitável’. Portanto, a não utilização de modelos matemáticos para a determinação dos principais riscos ambientais urbanos, no presente trabalho, não significa que o estudo apresentado não condiz com a realidade.

Os principais riscos ambientais urbanos, levando em consideração os cenários de qualidade ambiental estudados e os impactos ambientais levantados são:

1. Risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica, principalmente nos trechos onde a qualidade dos cursos d’água superficiais se apresentam regulares, tendendo a uma qualidade ruim;
2. Como o índice de vegetação apresentou uma correlação significativa com o índice de impermeabilização, e a legenda de cobertura (Coeficiente de correlação = -0,07, $p < 0,05$ para fevereiro, Coeficiente de correlação = -0,30, $p < 0,05$ para agosto), pode-se chegar à conclusão de que os bairros que apresentam áreas menos impermeabilizadas possuem melhor qualidade ambiental, já que apresentam maior quantidade de verde, menos áreas pavimentadas, são áreas que possuem uma melhor circulação do ar. Assim, levando em consideração o levantamento bibliográfico, pode-se inferir que esses bairros possuem menor probabilidade de ocorrência de ilhas de calor e doenças respiratórias. Sobre o aspecto de conforto térmico, temos que levar em consideração a presença de espelhos d’água, como o do Parque do Prosa, que influencia suas regiões limítrofes, e regiões de fundos de vale, onde tende a ocorrer processos de inversão térmica;
3. Alagamentos em pontos onde apresenta uma drenagem insuficiente, podendo potencializar danos sócio-ambientais, diretamente ligados a vidas humanas, à saúde pública e ao meio ambiente.

8- CONCLUSÕES

O conhecimento do uso do solo, e do seu parcelamento, é de suma importância para se obter uma melhor qualidade ambiental e de vida, e ter uma noção quantitativa dos recursos ambientais existentes. Também é importante para se levantar os impactos e os riscos ambientais de uma determinada localidade. Esse conhecimento é necessário para evitar, ou minimizar, problemas como processo de erosão, instalação de indústrias que possuem um alto Potencial de Poluição (PP) e/ou Grau de Utilização (GU) em zonas não propícias, enchentes e alagamentos. Problemas esses, não tão distantes de Campo Grande.

Com base na qualidade dos recursos hídricos superficiais, pode-se verificar que, desde as nascentes os córregos da bacia do Prosa, há sinais de degradação, porém, esses cursos d'água, em boa parte de seus percursos, apresentam uma qualidade boa, e são utilizados para diversos usos, como bem paisagístico, para dessedentação de animais e até mesmo para abastecimento humano.

A análise do NDVI mostrou-se uma importante ferramenta para avaliação da qualidade ambiental, visto que se conseguiu diferenciar a alteração dos bairros, ou seja, aqueles bairros com maior ou menor índice de urbanização e cobertura vegetal. Mesmo as fotografias apresentando erros de distorções, elas foram fundamentais para o levantamento da cobertura do solo. A legenda de cobertura mostrou-se adequada para uma bacia urbana, pelo fato de permitir avaliar vários níveis, e por permitir estimar o coeficiente de escoamento superficial e o índice de impermeabilização do solo. A legenda de cobertura também foi importante para o levantamento dos impactos e dos riscos ambientais urbanos, principalmente aos impactos ligados à drenagem e erosão urbana. Este estudo poderá ser utilizado com referência para futuros trabalhos que queiram comparar a qualidade ambiental de outras bacias e regiões urbanas do Município de Campo Grande.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, P.B. **Direito ambiental**. 7. ed. Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2004.1160p.

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater**. 20th ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

ARAÚJO, L.A. (2001). Danos ambientais na cidade do Rio de Janeiro. P.347-403. *In: Impactos ambientais urbanos no Brasil*. (GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B., Org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.416p.

BARROS, R.T.de V. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios..** Belo Horizonte: Escola de engenharia da UFMG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, 1995.221p. 2v.

BENETTI, A. & BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. P.849-875. *In: Hidrologia: Ciência e aplicação*. (TUCCI, C.E.M., org.). 2. ed. Porto Alegre: ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.943p.

BOSSARD, M.; FERANEC, J. & OTAHEL, J. **CORINE land cover technical guide - Addendum 2000**. Technical Report nº 40. European Environment Agency: Copenhagen, May 2000. 105p.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N. & EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.305p.

BRAGA, T.M. (2006). **Índice de Sustentabilidade Local: uma avaliação da sustentabilidade dos municípios do entorno do Parque Estadual do Rio Doce**. Disponível em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_MA_ST29_Braga_texto.pdf. Acessado em: 09 fev. 2006.

BRANCO, S. M. **Hidrologia Aplicada a Engenharia Sanitária**, 3. ed. São Paulo: CETESB, ASCETESB, 1986.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil: 1988** – texto constitucional de n.1, de 1992, a 46, de 2005, e pelas Emendas Constitucionais de Revisão de n.1 a 6, de 1994. 25. Ed. Brasília: Câmara dos Deputados: Coordenação de Publicações, 2005. 85p.

BRASIL. **Lei nº. 6.938**. Dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: 1981. Diário Oficial da União, 31 ago. 1981.

BRASIL. **Decreto nº. 89.817**. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartográfica Nacional. Brasília: 1984. Diário Oficial da União, 20 jul. 1984.

BRASIL. **Lei nº. 9.433**. Institui a política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e da outras providências. Brasília: 1997. Diário Oficial da União, 08 jan. 1997.

BRASIL. **Lei nº. 8.985**. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e IV da Constituição Federal, Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências. Brasília: 2000. Diário Oficial da União, 18 jul. 2001.

BRASIL. **Lei nº. 10.257**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e da outras providências. Brasília: 2001. Diário Oficial da União, 10 jul. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução **CONAMA nº. 001**. Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o RIMA. Brasília: 1986. Diário Oficial da União, 23 jan. 1986.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução **CONAMA nº. 357**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 mar. 2005.

BRILHANTE, O.M. (1999). **Gestão e avaliação da poluição, impacto e risco na saúde ambiental**. P. 20-73. *In*: Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental. (BRILHANTE, O.M. & CALDAS, L.Q. de A. Coord.). Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999.

CÂMARA, G.; DAVIS.C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001 (2a. edição, revista e ampliada). Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acessado em 7 nov. de 2001.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.S.; MAGALHÃES, G.C. & MEDEIROS, C.M.B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas, SP, 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>>. Acessado em: 22 nov. 2005.

GALO, M. & CAMARGO, P. de O. **Utilização do GPS no Controle de Qualidade de Cartas**. *In*: COBRAC - 1994, 1o Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Tomo II, p. 41-48, Florianópolis - SC, 1994. Disponível em : <www2.prudente.unesp.br/dcartog/galo/pdf/Galo_Camargo_1994.pdf>. Acessado em: 25/08/2007.

CAMPO GRANDE. **Lei Complementar Nº. 05**. Institui o Plano Diretor de Campo Grande e dá outras providências. Campo Grande: 1995. Diário Oficial de Campo Grande, 22 nov. 1995.

CAMPO GRANDE. **Lei Complementar Nº. 74**. Dispõe sobre o ordenamento do uso e da ocupação do solo do Município de Campo Grande e dá outras providências. Campo Grande: 2005. Diário Oficial de Campo Grande, 06 set. 2006.

CAMPO GRANDE. **Lei Complementar Nº. 94**. Institui a política de desenvolvimento e o Plano Diretor de Campo Grande e dá outras providências. Campo Grande: 2006. Diário Oficial de Campo Grande, 09 out. 2006.

CAPALBO, D.M.F. (2000) **Análise de risco: fundamentos metodológicos para a expressão do potencial de dano de compostos e ambientes contaminados**. *In*: (EMBRAPA – Meio Ambiente). Curso teórico-prático sobre bioindicadores de qualidade de água: métodos

químicos e biológicos para estudo da contaminação das águas. Jaguariúna (SP): EMBRAPA, 2000. 1 CD ROM.

CETESB (2005). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2004**. São Paulo: CETESB, 2005. 307p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 2º reimpressão. São Paulo: BLÜCHER, 2002.

COELHO, M.C.N. (2001). Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. P.19-45. *In: Impactos ambientais urbanos no Brasil*. (GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B., Org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

COIMBRA, R.M. **Monitoramento da qualidade da água**. P.391-411. *In: Hidrologia Ambiental*. (PORTO, R.L.L, org.). São Paulo: EDUSP: ABRH, 1991. 411p.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITITIES (1993). **CORINE Land Cover Guide Technic**, Directorate-General – Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Office for Official Publications of the European, ISBN: 92-826-2579-6, Catalogue NO: 15 CD-NA-12585-FR-C, 1993.

CORTEZ, H. (2004). **Riscos ambientais urbanos**. Disponível em: <<http://www.camaradecultura.org/Artigo-risco-urbanos.pdf>>. Acessado em: 05 maio 2005.

COSTA, S.M.F.da. **Metodologia alternativa para o estudo de espaço metropolitano, integrando as tecnologias de SIG e sensoriamento remoto – aplicação à área Metropolitana de Belo Horizonte**. USP, 1996. 200p. Tese (Doutorado em Informação Espacial – POLI/USP) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

COSTA, S.M.F.da.; FREITAS, R.N. & DI MAIO, A.C. **O estudo de aspectos do espaço intra-urbano utilizando imagens CBERS**. *In: XII Simpósio de Sensoriamento Remoto*, 2005. Goiânia. **Anais**. São Paulo: INPE, 2005. p. 881-889.

CPTEC (2006). **Determinação do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN) a partir de imagens NOAA-17/AVHRR.** Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/ndvi/notas_ndvi_17.htm> Acessado em: 03 jul. 2006

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992.170p.

DAVIS, C. (2001). **Banco de dados geográfico para aplicações urbanas.** *In:* Banco de dados geográficos. (CÂMARA, G.; DAVIS,C.; PAIVA, J.A. & CASANOVA, M.A. Orgs.). São José dos Campos, SP: INPE, 2001 (2a. edição, revista e ampliada). Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acessado em 7 nov. de 2001.

DIAS, G.F. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana.** São Paulo: GAIA, 2002.263p.

ERDAS Inc. Erdas Imagine version 8.2. Erdas Inc. Atlanta – Georgia. 1995. 1 CD ROM.

ERDAS Inc. Erdas Imagine version 8.3.1. Erdas Inc. Atlanta – Georgia. 1997. 1 CD ROM.

ESRI. Inc. ARCGIS versão 9.1. ESRI Inc. Redlands – Canadá. 2002. CD ROM

FERNANDES, H.M. & VEIGA, L.H.S. (1999). **Procedimentos integrados de risco e gerenciamento ambiental: processos e modelos.** P. 75-89. *In:* Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental. (BRILHANTE, O.M. & CALDAS, L.Q. de A. Coord.). Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999.

FERREIRA, A.B.H. **Novo dicionário Aurélio de língua portuguesa.** São Paulo: Jurídica Brasileira, 1993.

FERREIRA, L.M. **Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA-NSF, IQA-SMITH E IQA-HORTON, aplicados ao Rio Miranda-MS.** UFMS, 2000. 62p. Monografia (Especialização em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

FORESTI, C. & CECCATO, V.A. (1995). **Aspectos da gestão ambiental e qualidade de vida analisados com a utilização de sensoriamento remoto**. P. 217-220. *In: Análise ambiental: Estratégia e ações*. (TAUK-TORNISIELO, S.M.; GOBBI, N.; FORESTI, C. & LIMA, S.T.de. Coord.). Rio Claro, SP:UNESP/Centro de Estudos Ambientais: Fundação Salim Farah Maluf, 1995.

FORESTI, C. & HAMBURGER, D.S. (1997). **Informações texturais e índices de vegetação obtidos de imagens orbitais como indicadores de qualidade de vida urbana**. P. 205-211. *In: Indicadores ambientais*. (MARTOS, H.L. & MAIA, N.B. Coord.). Sorocaba, s.n., 1997.

FREITAS, T.C.M. de. **Modelo da análise de risco ambiental aplicável a sistemas industriais inspirado no método MOSAR**. CDS/UNB, 2001. 91p. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Políticas Públicas) – Universidade de Brasília.

FREITAS, M.A.V.de, (Org.). **O Estado das águas no Brasil**. Brasília: ANA, 2003

GALO, M. & CAMARGO, P. de. O. **O uso do GPS no controle de qualidade de cartas**. *In: COBRAC – 1994 – I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*. Tomo II, 1994. Florianópolis. **Anais**. Santa Catarina: I COBRAC, 1994. p. 41 – 48.

GARCIAS, C.M. (2001). Indicadores de qualidade ambiental urbana. P. 275-285. *In: Indicadores ambientais: conceitos e aplicações*. (MAIA, N.B.; MARTOS, H.L. & BARRELLA, W. Coord.). São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001.

GONÇALVES, C.D.A.B; PEREIRA, M.N. & SOUZA, I.M. **Uso de imagens CBERS para mapeamento de uso do solo urbano como subsídio ao planejamento**. *In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2005. Goiânia. **Anais**. Goiás: INPE, 2005. p. 969 – 977.

GUERRA, A.J.T.; COELHO, M.C.N & MARÇAL, M dos S. (1998). **Açailândia, cidade ameaçada pela erosão**. *In: Ciência Hoje*. Rio de Janeiro. SBPC, 23(138): 36-45.

GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (Org). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.416p.

GUIMARÃES, S.A.B. (2004). **O dano ambiental**. Disponível em: <<http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1720>>. Acessado em: 06 out. 2004.

GURGEL, H.C.; FERREIRA, N.J. & LUIZ, A.J.B. Estudo da variabilidade do NDVI sobre o Brasil, utilizando-se a análise de agrupamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p. 85-90, 2003. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.

IBGE (2000). **Senso demográfico 2000: Resultados do universo**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acesso em: 14/04/2005.

IBGE (2004). **Estimativa das populações residentes em 01/07/2004, segundo municípios**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acessado em: 29 ago. /2005.

INPE/DGI (2005). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Divisão de Geração de Imagens. **Imagem da cidade de Campo Grande**. INPE/DGI, 2005. 2 imagens de satélite. CBERS 2 / Sensor CCD. Base 163/ Ponto 123. Disponível em: <www.dgi.inpe.br/catalogo>. Acesso em: 23 jun. 2006.

INPE (2006). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Satélites**. Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br/pt/programas/cbbers1-2.htm>> . Acessado em: 16 jul. 2006.

LAJO, A.A.M. **Uso da legenda CORINE para estimar as alterações no escoamento superficial em uma microbacia de drenagem urbana através do método racional e hidrograma unitário de Snyder**. UFMS, 2003. 72p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

LANNA, A.E.L. **Instrumentos de gestão das águas: visões laterais**. P. 231-247. In: Ciências da terra e meio ambiente. (CHASSOT, A. & CAMPOS, H., orgs.). São Leopoldo – MS: Ed. Unisinos, 1999.284p.

LEVIN, M.A. & STRAUSS, H. (1993). Overview of risk assessment. In: LEVIN, MA. & STRAUSS, H. **Risk assessment in genetic engineering**. New York: McGraw-Hill, 1993.

LOPES, P.M. **Estudos dos atributos do meio físico como base para o zoneamento geoambiental das bacias dos rios Passa Cinco e da Cabeça: Escala 1:50.000.** Escola de Engenharia de São Carlos, 2000. Dissertação (Mestrado – departamento de geotecnologia). Escola de Engenharia de São Carlos.

LORA, E.E.S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energéticos, industrial e de transporte.** Brasília: ANEEL, 2000.503p.

MACROMEDIA Inc. FreeHand version 9. Macromedia Inc. San Francisco – Califórnia. January 2000. 1CD ROM.

MATO GROSSO DO SUL. **Indicadores Demográfico: Dados Demográficos.** Disponível em: <<http://www.ipplan.ms.gov.br/demografia/Dados%20Demogr%Elficos.htm>>. Acessado em: 01 fev. 2006.

MELLANBY, K. **Biologia da Poluição.** Trad. Lúcia Baungartner Lamberti. São Paulo: EPU: EDUSP, 1982. 89p.

MELLO, N.A.de. (1995). **A gestão urbana e a qualidade de vida.** P. 193-198. *In*: Análise ambiental: Estratégia e ações. (TAUK-TORNISIELO, S.M.; GOBBI, N.; FORESTI, C. & LIMA, S.T.de. Coord.). Rio Claro, SP:UNESP/Centro de Estudos Ambientais: Fundação Salim Farah Maluf, 1995.

MENTOR SOFTWARE Inc, **GeotiffExamine release 1.01 5.0** Mentor Software. Inc. 2000-1999. USA.

MILARÉ, E. **Direito ambiental brasileiro: Doutrina – Prática – Jurisprudência – Glossário.** 2. ed. São Paulo: RT, 2001.

MOLEN, Y.F.V. **Ecologia: currículo de estudos de biologia.** São Paulo: EPU, 1981.256p.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 1º ed. Rio de Janeiro: ABES, 1997.280p.

MOURA, A.C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003.294p.

NAKAMURA, J.C.S. & NOVO, E.M.L.M. **Mapeamento da mancha urbana utilizando imagens de média resolução: sensores CCD/CBERS2 e TM/Landsat5 - estudo de caso da cidade de Rio Branco-Acre.** In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. Goiânia. Anais. Goiás: INPE, 2005. p. 3843 – 3850.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São José dos Campos, SP: Edgard Blücher, 1989. 308p.

OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Paulo (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas.** 1996. 181p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos.

ODUM, E.P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1985.434p.

PARANHOS Fº., A. C. **Análise geo-ambiental multitemporal: O estudo de caso da região de Coxim e da Bacia do Taquarizinho (MS – Brasil).** UFPR, 2000. 229p. Tese (Doutorado – Curso de Pós-Graduação em Geologia) – Universidade Federal do Paraná.

PARANHOS FILHO, A.C. & LASTORIA, G. **Mas, afinal, o que é geoprocessamento?.** Revista CREA-MS, nº. 42, p. 18, dez. 2004.

PCI GEOMATICS. Geomática. Versão 8.2 *for Windows*. Ontário, Canadá. 11 jan. 2002. 1 CD – ROM.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Região Urbana do Prosa: características do espaço regional e potencialidades de desenvolvimento – documento base para o levantamento local.** Campo Grande, PMCG, 1998a. Relatório Técnico.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Carta Geotécnica de Campo Grande – MS.** Campo Grande, PMCG. 1991.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Carta de Drenagem de Campo Grande – MS**. Campo Grande, PMCG. 1997.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Geomorena 2004**. Campo Grande, PMCG. 2004.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Perfil socioeconômico de Campo Grande 2003**. Campo Grande, PMCG. 2003.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Agenda 21 Campo Grande nosso lugar: diretrizes para um desenvolvimento sustentável**. (ALMEIDA, J. J. de. Org.). Campo Grande, PMCG. 2004. 126p.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Perfil socioeconômico de Campo Grande 2005**. Campo Grande, PMCG. 2005. 182p.

PMCG. **Lei Complementar nº 05**. Institui o Plano Diretor, a política urbana e a política de desenvolvimento do Município de Campo Grande. Campo Grande: 1995. Diário Oficial do Município de Campo Grande, 23 nov. 1995.

PMCG – Prefeitura Municipal de Campo Grande. **Projeto Sóter: programa de recuperação das áreas degradadas e de preservação do Córrego Sóter: Estudo Ambiental Preliminar. (Anexo III)**. Campo Grande, PMCG. 2002a. Relatório Técnico.

PMCG – Prefeitura Municipal de Campo Grande. **Projeto Sóter: programa de recuperação das áreas degradadas e de preservação do Córrego Sóter (Documento Técnico)**. Campo Grande, PMCG. 2002b. Relatório Técnico.

PORTO, M.F.A. Estabelecimento de parâmetros de controle da poluição. P.375-389. In: **Hidrologia Ambiental**. (PORTO, R.L.L., org.). São Paulo: EDUSP: ABRH, 1991. 411p.

PORTO, M.F.A.; BRANCO, S.M. & LUCA, S.J.de. **Caracterização da qualidade da água**. P.27-66. In: Hidrologia Ambiental. (PORTO, R.L.L, org.). São Paulo: EDUSP: ABRH,1991.411p.

PV – Partido Verde. **Ecologia Urbana, o Desafio das Cidades**. Fonte: <http://www.pv.org.br/interna_programa_cap5.shtml>. Acessado em: 25 jul. 2006

RIGHINI, G., BOCCI, M., FIORI, A.P., DISPERATI, L., FANTOZZI, P., KOZCIK, S. E PARANHOS FILHO, A.C. **Exemplo de uso da metodologia CORINE em um estudo de caso brasileiro**. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1998. Santos. **Anais**. São Paulo: INPE, 1998. p. 455 – 458.

RIO DE JANEIRO. Comissão Estadual de Controle Ambiental – CECA – **Deliberação CECA nº. 1.078**. Rio de Janeiro: 1987. Diário Oficial do Estado, 25 jun. 1987.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000.220p.

SANTOS, J. dos. **Os caminhos do lixo em Campo Grande: disposição dos resíduos sólidos na organização do espaço urbano**. Campo Grande: UCDB, 2000. 109p.

SEMUR – Secretaria Municipal de Controle Urbanístico. **Levantamento aerofotogramétrico do Município de Campo Grande**. SEMUR/Esteio Engenharia e Levantamentos/CTA – Consultores Técnicos Associados Ltda. Escala 1:10.000.PMCG. Carta Articulação B. 1984a.

SEMUR – Secretaria Municipal de Controle Urbanístico. **Levantamento aerofotogramétrico do Município de Campo Grande**. SEMUR/Esteio Engenharia e Levantamentos/CTA – Consultores Técnicos Associados Ltda. Escala 1:10.000.PMCG. Carta Articulação D. 1984b.

SENENT, J., **A Poluição**. Rio Janeiro: Salvat Editora do Brasil, 1979.144p.

SILVA, C.C.do A. (1994). O desenvolvimento industrial, a tecnologia e o meio ambiente. P. 265-310. *In: A questão ambiental*. (MAGALHÃES, L.E.de. Org.). 1. ed. São Paulo: Terragraph, 1994.

SILVA, C.C.do A. (2004). **Gerenciamento de riscos ambientais**. P. 791-803. *In: Curso de gestão ambiental*. (PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M.de A.; & BRUNA, G.C. Ed.). Barueri, SP: MANOLE, 2004.

SILVA, J.X. da & SOUZA, M.J.C. de. **Análise ambiental**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997. 196p.

SEWELL, G.H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. Trad. Gildo Magalhães dos Santos Filho. São Paulo: EPU: Ed. da Universidade de São Paulo: CETESB, 1978. 295p.

SHINMA, E.A. **Avaliação da qualidade das águas dos rios da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai - Pantanal**. UFMS, 2004. 91p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

SMITH, D.G. **A new form of water quality index for rivers and streams**. Wat. ci. Tech., New Zeland, v.21. no. 2, p. 123-127. 1989.

SOARES, P. F. **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOLOMON, K.R. **Ecotoxicological risk assessment of pesticides**. Guelph: University of Guelph - Centre for Toxicology, 1996. 42p.

SYSTAT Inc. **SYSTAT 10.2**. SYSTAT Software Inc, 2002.

TEIXEIRA, S.S. **Identificação das transformações urbanas da cobertura do solo na região da afluição do Córrego Sóter com o Prosa Campo Grande – MS**. UFMS, 2003. 58p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

TOMMASI, L.R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB, 1999. 355p.

TUCCI, C.E.M. (2001). **Vazão máxima e hidrograma de projeto.** P. 527-572. *In:* Hidrologia: ciência e aplicação. (TUCCI, C.E.M. Org.). 2. ed.; 2. reimpr. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade da águas e ao tratamento de esgoto.** 2.ed. Minas Gerais: UFMG: DESA, 1996.243p.