

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E**  
**MEIO AMBIENTE**

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL, SOCIOECONÔMICA E DA PERCEPÇÃO DA  
POPULAÇÃO DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA URBANA: CÓRREGO  
MARIVAN, ARARAQUARA, SP**

**VALTER LUIZ IOST TEODORO**

Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Araraquara, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

**ARARAQUARA – SP**  
**2008**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E**  
**MEIO AMBIENTE**

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL, SOCIOECONÔMICA E DA PERCEPÇÃO DA  
POPULAÇÃO DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA URBANA: CÓRREGO  
MARIVAN, ARARAQUARA, SP**

**Valter Luiz Iost Teodoro**

**Orientador: Prof. Dr. Denilson Teixeira**

Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Araraquara, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

**ARARAQUARA – SP**  
**2008**

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca do Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

**T 289 c Teodoro, Valter Luiz Iost**

**Caracterização ambiental, socioeconômica e da percepção da população de uma microbacia hidrográfica urbana: córrego Marivan, Araraquara, SP; Valter Luiz Iost Teodoro. – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2008.**

**161 p.**

**Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Araraquara, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.**

**Orientador: Dr. Denilson Teixeira**

**1 - Microbacia hidrográfica urbana 2 – Caracterização socioeconômica e ambiental 3 – Percepção ambiental I. Título**

**C.D.U 504.03**



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301-7100

[www.uniara.com.br](http://www.uniara.com.br)

BANCA DE DEFESA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bernardo', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira  
UFSCAR – São Carlos

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Lúcia', written over a horizontal line.

Profa. Dra. Maria Lúcia Ribeiro  
UNIARA – Araraquara

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Denilson Teixeira', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Denilson Teixeira  
UNIARA - Araraquara

*Dedico este trabalho aos meus pais,  
Antônio Victor dos Santos e Deuseana  
Maria Iost dos Santos, que sempre me  
incentivaram a estudar e nunca mediram  
esforços para investir em meus sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Denilson Teixeira, pela paciência e dedicação desprendida para a elaboração deste trabalho, pela oportunidade de participar do grupo CEAM e pelos seus preciosos ensinamentos.

Ao amigo Maurício F. de Macedo, por disponibilizar o laboratório para as análises de água.

Ao amigo Daniel Jadyr Leite Costa, por dispor de seu tempo para me ajudar na aplicação do questionário de percepção ambiental e na confecção das figuras do trabalho.

A amiga Lívia Nunes da Silva por colaborar intensamente na realização desse trabalho.

Ao professor Dr. Leonardo Rios pelas valiosas críticas e sugestões que ajudaram no desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira e a professora Dra. Maria Lúcia Ribeiro, pelas importantes contribuições.

A minha esposa, Janaína Sanga Iost Teodoro, e a meu filho, Victor Carlos Sanga Iost, pela paciência e apoio em todos momentos deste processo.

A minha irmã, Viviane Maria Iost dos Santos, e ao meu cunhado, Marcelo Castoldi, pela força que sempre me dão.

A meus tios, Ricardo Orestes Forni e Deborah Elyana Iost Forni, Airton Luiz e Diva Cristina Iost Luiz, Luiz Osório Galluci e Érica Sofia Iost Galluci, pelo apoio que me vêm dando.

A minha avó, Ivone Alves Nogueira Iost, e ao meu finado avô, Walter Iost, que foram muito importantes em minha criação e em minha vida.

A Dra. Lúcia Regina Ortiz Lima, secretária Municipal de Saúde, pelo incentivo e apoio prestado para a realização do trabalho.

Ao Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara, na pessoa do Superintendente Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite, por dispor de dados e informações essenciais à pesquisa.

Ao Laboratório de Análises Químicas e Controle Industrial (LACI), por realizar importantes análises de água, imprescindíveis para realização do trabalho.

A todos os professores do mestrado: Vera Lúcia S. Botta Ferrante, Helena Carvalho de Lorenzo, Hildebrando Herrmann, Janaína Florinda Ferri Cintrão, João Alberto da Silva Sé, José Luis Garcia Hermosilla, Marcus C. Avezum Alves de Castro, Maria Lúcia Ribeiro, Oriowaldo Queda, Sônia Regina Paulino, Zildo Gallo, Ethel Cristina Chiani da Silva e Flávia Cristina Sossae.

As amigas que ajudam na organização das atividades do mestrado, Ivani Ferraz Urbano, Adriana Braz, e por estar sempre à disposição para ajudar.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	x
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
3.1. Usos múltiplos e degradação dos recursos hídricos no Brasil.....	17
3.1.2 Gestão de recursos hídricos e políticas ambientais no Brasil.....	23
3.2 Microbacias hidrográficas como unidade de gestão de recursos naturais.....	42
3.3 Impactos socioambientais e potenciais.....	48
3.4 Indicadores socioeconômicos e ambientais.....	49
3.4.1 Indicadores de sustentabilidade.....	57
<b>4 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	64
4.1 Clima.....	65
4.2 Geologia e pedologia.....	66
4.3 Vegetação.....	66
4.4 Microbacia do córrego Marivan.....	66
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	73
5.1 Identificação e mapeamento dos impactos potenciais.....	73
5.2. Caracterização morfométrica da microbacia do córrego Marivan.....	73
5.3 Definição das estações fixas de coleta de água.....	76
5.3.1 Parâmetros de qualidade de água analisados.....	79
5.4 Caracterização socioeconômica.....	80
5.5 Percepção ambiental de uma amostra da população.....	81
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	83
6.1 Caracterização morfométrica da microbacia.....	83
6.2 Levantamento dos principais impactos ambientais na microbacia.....	85
6.3 Caracterização da qualidade da água do córrego Marivan.....	89
6.4 Caracterização socioeconômica da microbacia.....	106
6.5 Percepção ambiental de parte da população da microbacia.....	110
6.6 Análise da aplicação de artigos do Plano Diretor.....	131
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	135
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	138
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	139
<b>APÊNDICE 01</b> .....	150
<b>ANEXO 01</b> .....	153
<b>ANEXO 02</b> .....	154
<b>ANEXO 03</b> .....	155
<b>ANEXO 04</b> .....	156
<b>ANEXO 05</b> .....	157

## RESUMO

O entendimento do processo de uso e ocupação de microbacias hidrográficas urbanas, relacionado aos aspectos socioeconômicos, educacionais e culturais, além da base legal, é de grande importância para propostas de gestão integrada de recursos hídricos. Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo realizar a caracterização ambiental, socioeconômica e da percepção ambiental de uma amostra da população residente na microbacia do córrego Marivan, além da análise dos artigos do Plano Diretor Municipal. A caracterização ambiental se deu através da identificação e georreferenciamento de impactos ambientais e potenciais de origem antrópica, da caracterização morfométrica da microbacia e por meio de análises físico-químicas e biológicas da água do córrego Marivan. Já a caracterização socioeconômica foi obtida através do estudo da base de dados do Censo realizado pelo IBGE no ano de 2000. A análise da percepção ambiental de uma amostra da população da microbacia do córrego Marivan foi obtida pela aplicação de um questionário contendo 29 questões estruturadas. Realizou-se também uma avaliação da aplicabilidade de artigos do Plano Diretor Municipal de Araraquara relacionados à preservação e recuperação da microbacia. Os resultados revelam que os impactos ambientais e potenciais identificados junto à microbacia do córrego Marivan estão relacionados aos seguintes fatores: especulação imobiliária, aspectos culturais, aspectos educacionais e ausência de fiscalização dos órgãos competentes, além da falta de punição aos infratores. A caracterização morfométrica revela que a microbacia do córrego Marivan possui uma pequena capacidade de resiliência. Já as análises de água demonstram que a microbacia passa por um processo de degradação ambiental, porém os parâmetros de qualidade da água DBO e DQO, obtidos nas Estações Fixas de Amostragem 1, 3 e 4, e de Oxigênio Dissolvido e Saturado, detectados nas estações 4, 5, 6, situadas na área urbana, e estações 7 e 8, situadas na área rural, revelam que o processo ainda está atenuado. As condições socioeconômicas e sanitárias da população residente se revelaram boas, se comparadas com a realidade nacional. A análise da percepção ambiental da população da microbacia do córrego Marivan mostrou-se um importante indicador do grau de envolvimento da comunidade com as questões ambientais locais e regionais, contribuindo como subsídio para o processo de gestão integrada dos recursos hídricos da microbacia. Uma grande parcela dos entrevistados apresentou respostas positivas em relação à participação de atividades que visem à recuperação do sistema e à economia de água. Cabe destacar que uma parcela significativa está disposta a pagar por melhorias ambientais, entre elas a despoluição dos rios e/ou pela solução dos problemas relacionados a resíduos sólidos. Por fim avaliou-se que importantes artigos do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental de Araraquara (2005) relacionados ao diagnóstico, monitoramento, recuperação e preservação da microbacia do córrego Marivan não vêm sendo executados pelos órgãos competentes. A caracterização socioeconômica e ambiental e o levantamento de uma série de indicadores do cenário atual da microbacia podem servir como subsídios à gestão integrada de recursos hídricos de forma preditiva, garantindo a conservação dos recursos naturais, em especial a água destinada ao abastecimento urbano, e conseqüentemente a melhoria da qualidade de vida da população.

Palavras chave: microbacia hidrográfica urbana; gestão integrada de recursos hídricos; percepção ambiental.

## ABSTRACT

The comprehension of the use and occupation process of urban hydrographical micro basins, related to social-economic, educational and cultural aspects, besides the legal basis, are of great importance to the proposal of integrated management of hydro resources. That said, the present research had as objective to carry out environmental and social-economical characterization, and environmental perception from part of the population residing in the micro basin of the Marivan stream, besides analyzing articles from the Municipal Director Plan. The environmental characterization took place through identification and georeferenciation of potential impacts of anthropic origin from the morphometric characterization of the micro basin through physical-chemical and biological analyses of the Marivan stream water. Now, the social-economical characterization was obtained through a database study using data obtained from the 2000 census carried out by IBGE. The analysis of the environmental perception from part of the population of the Marivan stream micro basin was obtained through a questionnaire containing 29 structured questions. An applicability analyses from articles of the Municipal Director Plan of Araraquara was also carried out, regarding the preservation and recuperation of the micro basin. The results reveal that the environmental and potential impacts identified at the Marivan stream micro basin are related to the following factors: real estate speculation, cultural aspects, educational aspects and the lack of supervision by the competent organs, besides the lack of punishment to infractors. The morphometric characterization reveals that the micro basin has a small resilience capacity. Whereas the water analyses show that the area is going through an environmental degradation process, however the water quality parameters BOD and COD, collected at Sampling Stations 1, 3 and 4, and of Dissolved and Saturated Oxygen, detected at Stations 4, 5, 6, located in the urban area, and Stations 7 and 8, located in the rural area, show that the process is still attenuated.

The social-economic and sanitary conditions of the resident population were shown to be good, compared to the national reality. The analysis of the environmental perception from the population of the Marivan stream micro basin is an important indicator of the level of the community's involvement with local and regional environmental questions, contributing as subsidization to the integrated management process of the micro basin's hydro resources. A great deal of the people interviewed presented positive answers regarding the participation in activities that seek the system's recovering and the water's economy. It is important to highlight that a significant portion is willing to pay for environmental improvements, among them the cleaning of the rivers and/or for the solution of problems related to solid waste. And finally, important articles of Araraquara's Director Plan and of Araraquara's Urban and Environmental Policy (2005) were assessed, regarding diagnostics, monitoring, and recuperation and preservation of the Marivan stream micro basin which have not been executed by the competent institutions. The social-economic and environmental characterization and the survey of a series of indicators from the micro basin's current scenario can serve as subsidization to the integrated management of the hydro resources in a predictive way, guaranteeing the conservation of the natural resources, specially the water destined to public supplies, and consequently the enhancement in the population's life quality.

Key-words: urban hydrographical micro basin; integrated management of hydro resources; environmental perception

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>A</b>	<b>Área (km)</b>
<b>AEIU</b>	<b>Área de Especial Interesse Urbanístico</b>
<b>ABRH</b>	<b>Associação Brasileira dos Recursos Hídricos</b>
<b>ANA</b>	<b>Agência Nacional de Água</b>
<b>APP</b>	<b>Área de Preservação Permanente</b>
<b>AURA</b>	<b>Atlas Ambiental Urbano</b>
<b>CBH</b>	<b>Comitês de Bacia Hidrográfica</b>
<b>CEAMA</b>	<b>Centro de Educação Ambiental de Araraquara</b>
<b>CETESB</b>	<b>Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental</b>
<b>CONDEMA</b>	<b>Conselho Municipal de Meio Ambiente</b>
<b>CNAEE</b>	<b>Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica</b>
<b>CONAMA</b>	<b>Conselho Nacional do Meio Ambiente</b>
<b>CNRH</b>	<b>Conselho Nacional de Recursos Hídricos</b>
<b>CRH</b>	<b>Conselho Estadual de Recursos Hídricos</b>
<b>DAAE</b>	<b>Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara – SP</b>
<b>DBO</b>	<b>Demanda Bioquímica de Oxigênio</b>
<b>Dd</b>	<b>Densidade de Drenagem (km/Km<sup>2</sup>)</b>
<b>Dh</b>	<b>Densidade Hidrográfica (canais/Km<sup>2</sup>)</b>
<b>DNAE</b>	<b>Departamento Nacional de Águas e Energia</b>
<b>DNAEE</b>	<b>Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica</b>
<b>DNPM</b>	<b>Departamento Nacional de Produção e Mineral</b>
<b>DQO</b>	<b>Demanda Química de Oxigênio</b>
<b>EMBRAPA</b>	<b>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária</b>
<b>F</b>	<b>Fator de Forma</b>
<b>FEHIDRO</b>	<b>Fundo Estadual de Recursos Hídricos</b>
<b>IBAMA</b>	<b>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</b>
<b>Ic</b>	<b>Índice de Circularidade</b>
<b>IDH</b>	<b>Índice de Desenvolvimento Humano</b>
<b>IS</b>	<b>Índice de Sustentabilidade</b>
<b>KC</b>	<b>Coefficiente de Compacidade</b>
<b>L</b>	<b>Comprimento do Eixo da Bacia</b>
<b>Lt</b>	<b>Comprimento de todos os rios ou cursos d'água</b>
<b>MME</b>	<b>Ministério de Minas e Energia</b>
<b>N</b>	<b>Número de Rios ou Cursos d'água</b>
<b>OD</b>	<b>Oxigênio Dissolvido</b>
<b>ORP</b>	<b>Potencial de Oxido Redução</b>
<b>OECD</b>	<b>Organisation for Economic Co-operation and Development</b>
<b>P</b>	<b>Perímetro (Km)</b>
<b>PERH</b>	<b>Plano Estadual de Recursos Hídricos</b>
<b>pH</b>	<b>Potencial Hidrogeniônico</b>
<b>PIB</b>	<b>Produto Interno Bruto</b>
<b>PMA</b>	<b>Prefeitura Municipal de Araraquara</b>
<b>PNRH</b>	<b>Política Nacional de Recursos Hídricos</b>
<b>RPA</b>	<b>Região de Planejamento Ambiental</b>
<b>SEMA</b>	<b>Secretaria Especial do Meio Ambiente</b>
<b>SIMARA</b>	<b>Sistema de Informação do Município de Araraquara</b>
<b>SIDADE</b>	<b>Sistema de Indicadores de Desempenho Ambiental e Espacial de Araraquara</b>

<b>SIG</b>	<b>Sistema de Informação Geográfica</b>
<b>SIGRH</b>	<b>Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos</b>
<b>SINGREH</b>	<b>Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos</b>
<b>SIQUARA</b>	<b>Sistema de Indicadores de Qualidade Urbana do Município de Araraquara</b>
<b>SISNAMA</b>	<b>Sistema Nacional de Meio Ambiente</b>
<b>SRH</b>	<b>Secretaria de Recursos Hídricos</b>
<b>UGRHIs</b>	<b>Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo</b>
<b>ZAMB</b>	<b>Zona Ambiental</b>
<b>ZEPP</b>	<b>Zona Especial de Estruturação Predominantemente Produtiva</b>
<b>ZEUS</b>	<b>Zonas de Estruturação Urbana Sustentável</b>
<b>ZOEMI</b>	<b>Zona Especial Miscigenada</b>
<b>ZOPRE</b>	<b>Zona Predominantemente Residencial</b>
<b>ZORA</b>	<b>Zona de Conservação e Recuperação Ambiental</b>

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 01 Estados brasileiros em pior situação quanto à disponibilidade de recursos hídricos por habitantes**

**TABELA 02 Significância das fontes de poluição dos recursos hídricos**

**TABELA 03 Comitês de bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**

**TABELA 04 Número de pontos de amostragem pertencentes a cada UGRHs**

**TABELA 05 Indicadores socioeconômicos do município de Araraquara (SP)**

**TABELA 06 Localização e critério de escolha das estações fixas de amostragem para avaliação da qualidade da água da microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP) 03/2007**

**TABELA 07 Variáveis determinadas e respectivas metodologias utilizadas para a análise da qualidade de água do córrego Marivan – Araraquara (SP)**

**TABELA 08 Parâmetros morfométricos da microbacia do Marivan**

**TABELA 09 Georreferenciamento dos principais impactos ambientais e potenciais identificados na microbacia do córrego Marivan – abril/2008**

**TABELA 10 Parâmetros de qualidade de água do córrego Marivan – Araraquara (SP) – 2007**

**TABELA 11 Parâmetros de qualidade de água realizada “in loco” através de sonda multiparâmetros YSI modelo 556 - córrego Marivan - Araraquara (SP) - 2007**

## **LISTA DE QUADROS**

**QUADRO 01** Área de Preservação Permanente segundo Lei Federal 4.711 de 1965 modificado pela lei 7.511/86 e pela Lei 7.803/89

**QUADRO 02** Objetivos e Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6938/81

**QUADRO 03** Competências da União, Estados e Municípios em legislar sobre os recursos naturais, em especial as águas

**QUADRO 04** Sistema Integrado de Gerenciamento, participativo e descentralizado – Lei 7.633/91

**QUADRO 05** Fundamentos, objetivos e instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos – 9.433/97

**QUADRO 06** Diferentes conceitos de bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01** Principais problemas decorrentes da urbanização que degradam a quantidade e qualidade das águas
- FIGURA 02** Situação estimada atual das captações de água doce no Brasil por setor
- FIGURA 03** As 22 unidades de gerenciamento para gestão integrada dos recursos hídricos no Estado de São Paulo
- FIGURA 04** Estrutura político - institucional do SINGRH
- FIGURA 05** Pirâmide da sustentabilidade variando no tempo e espaço
- FIGURA 06** Exemplo de utilização de indicadores de terceira vertente
- FIGURA 07** Localização do município de Araraquara no estado de São Paulo, a malha urbana do município, sua rede hidrográfica e a localização da microbacia do córrego Marivan
- FIGURA 08** Uso e ocupação do solo e os respectivos bairros da microbacia do Marivan
- FIGURA 09** Bosque do Rotary. Microbacia do Marivan - Araraquara (SP), 2007
- FIGURA 10** Bosque da Maçonaria. Microbacia do Marivan - Araraquara (SP), 2007
- FIGURA 11** Trecho da Avenida Carlos José do Nascimento sem pavimentação. Microbacia do Marivan - Araraquara (SP), 2007
- FIGURA 12** Localização das Estações Fixas de Amostragem na microbacia do córrego Marivan
- FIGURA 13** Distanciamento e localização das estações fixas de amostragem
- FIGURA 14** Área da fazenda Samua destinada à plantação da soja (2006), modificada para implantação de loteamento (2007). Microbacia do córrego Marivan, Araraquara (SP)
- FIGURA 15** Mapa de localização dos principais impactos ambientais e potenciais
- FIGURA 16** Mapa de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero livre baseado em Meaulo (2007)
- FIGURA 17** Resultado de análise quantitativa de Coliformes Fecais por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 18** Amônio por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 19** Nitrogênio orgânico por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 20** Concentração de Nitrito por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 21** Concentração de Nitrato por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 22** Fósforo por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 23** Concentração de DBO<sub>5,20</sub> (mg/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 24** Resultado de DQO (mg/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 25** Valores de Temperatura por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007
- FIGURA 26** Resultado de Condutividade ( $\mu\text{mS/cm}$ ) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

**FIGURA 27** Valores de STD (g/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

**FIGURA 28** Valores de Oxigênio saturado (%) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

**FIGURA 29** Concentração de Oxigênio dissolvido (mg/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

**FIGURA 30** pH por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara março/2007

**FIGURA 31** Anos de estudo dos responsáveis pelas famílias da microbacia do Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 32** Renda dos responsáveis pelas famílias da microbacia do Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 33** Condição de ocupação das famílias da microbacia do Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 34** Tipo de abastecimento de água dos domicílios da microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 35** Tipo de esgotamento sanitário dos domicílios da microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP).

**FIGURA 36** Tipo do destino do lixo dos domicílios da microbacia do córrego Marivan – Araraquara – SP

**FIGURA 37** Distribuição dos participantes por gêneros

**FIGURA 38** Faixa etária dos participantes

**FIGURA 39** Local de origem dos participantes

**FIGURA 40** Tempo de residência dos participantes junto à microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 41** Nível de instrução dos participantes

**FIGURA 42** Classe socioeconômica dos participantes

**FIGURA 43** Conhecimento sobre o significado da palavra microbacia

**FIGURA 44** Conhecimento dos entrevistados sobre a microbacia em que reside

**FIGURA 45** Percepção dos moradores sobre a importância do córrego Marivan para o abastecimento de Araraquara (SP)

**FIGURA 46** Percepção sobre a qualidade da água do córrego Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 47** Percepção sobre a influência do lixo na qualidade das águas do córrego Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 48** Percepção dos participantes quanto à retirada ou inexistência de vegetação e à qualidade das águas do córrego Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 49** Percepção dos participantes quanto ao processo erosivo e a qualidade e quantidade da água do córrego Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 50** Percepção dos participantes quanto ao assoreamento e a degradação dos recursos hídricos do córrego Marivan – Araraquara (SP)

**FIGURA 51** Percepção dos participantes em relação às queimadas urbanas

**FIGURA 52** Principais responsáveis pelas queimadas urbanas

**FIGURA 53** Fontes de informações sobre os assuntos tratados anteriormente

**FIGURA 54** Nível de informação quanto ao abastecimento de água e ao problema de poluição dos rios

**FIGURA 55** Tipo de água consumida pelos participantes

- FIGURA 56** Percepção do participante sobre quantos litros de água consome diariamente em sua residência
- FIGURA 57** Percepção dos entrevistados quanto ao maior gasto de água de sua residência
- FIGURA 58** Hábito dos participantes em separar os resíduos sólidos domiciliares para a coleta seletiva
- FIGURA 59** Percepção dos participantes quanto ao desperdício de água ou ao uso exagerado em sua residência
- FIGURA 60** Principais causas de gastos excessivos de água
- FIGURA 61** Percepção dos entrevistados sobre a necessidade de economizar água
- FIGURA 62** Instrumentos utilizados pelos participantes para economizar água
- FIGURA 63** Adesão dos participantes da pesquisa a uma campanha de redução de consumo de água em caso de escassez
- FIGURA 64** Adesão ou não a eventual campanha que proíbe a lavagem de calçadas
- FIGURA 65** Adesão ou não a eventual campanha que proíbe a lavagem de carros
- FIGURA 66** Adesão em pagar aumento na conta de água no verão, quando aumenta o consumo
- FIGURA 67** Adesão em pagar aumento na conta de água no inverno quando chove menos
- FIGURA 68** Adesão a campanha de instalação de um kit gratuito de economia por conta do morador
- FIGURA 69** Adesão a campanha de instalação de um kit de economia por conta do morador oferecido com desconto pelo governo
- FIGURA 70** Adesão a campanha de instalação de um kit de economia por conta do morador, oferecido com desconto pelo governo, além da assistência gratuita de instalação
- FIGURA 71** O preço da água influencia no consumo de água de sua residência/estabelecimento
- FIGURA 72** Disposição a pagar por um pequeno aumento na conta de água e esgoto
- FIGURA 73** Justificativa dos participantes em não aceitar pagar aumento na taxa de água e esgoto
- FIGURA 74** Disposição a pagar taxa ambiental para resolver problema dos resíduos sólidos domiciliares
- FIGURA 75** Justificativa dos participantes por não aceitar pagar uma taxa ambiental

## 1 INTRODUÇÃO

O atual modelo de desenvolvimento humano gerado em diferentes recortes espaciais tem resultado em uma série de impactos ambientais. O processo de urbanização das cidades brasileiras associado ao aumento populacional teve, como uma de suas conseqüências, a degradação dos recursos hídricos, insumo fundamental para o desenvolvimento local e regional. Vários autores corroboram essas afirmações, entre eles, Tundisi (2003), destacando que as pressões sobre os usos dos recursos hídricos provêm de dois grandes problemas, que são o crescimento das populações humanas e o grau de urbanização, e conseqüentemente, o aumento das necessidades para irrigação e produção de alimentos.

As cidades apresentam-se como palco de inúmeros contrastes: o progresso e o desenvolvimento em todas as áreas possibilitam oportunidades de geração de renda, o acesso à cultura, ao lazer, aos serviços e vida social diversificada, mas geram também inúmeros problemas. A grande concentração de massas edificadas e as altas densidades causam sérios impactos na estabilidade do ambiente, produzindo espaços desqualificados e insalubres, propiciam exclusão e marginalidade e impõem à maioria de seus habitantes um ritmo de vida incompatível com os conceitos estabelecidos como qualidade de vida (ROSSETTO *et al* 2004).

Os impactos no ambiente são inúmeros e variáveis, com conseqüências significativas que podem ser observadas na economia, na sociedade, nos recursos naturais e na saúde humana.

Diante do exposto acima, o presente trabalho procurou contribuir com a caracterização ambiental, socioeconômica e da percepção da população da microbacia do córrego Marivan, sendo capaz de refletir o cenário atual desse importante manancial do município de Araraquara (SP), que contribui diretamente com o abastecimento urbano.

A primeira etapa da pesquisa teve como foco levantar os principais impactos potenciais que ocorrem na microbacia do córrego Marivan, essas ações foram registradas “in loco” tendo sido georreferenciadas.

A segunda visou à caracterização ambiental, socioeconômica e sanitária do sistema estudado. Inicialmente foi realizada a caracterização morfométrica da microbacia, visando compreender seus aspectos geológicos e hidrológicos e, posteriormente, avaliou os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, com a finalidade de verificar como o uso e a ocupação do território, os usos múltiplos da água do córrego e os impactos ambientais identificados na primeira etapa interferem na qualidade da água do córrego Marivan. As

variáveis utilizadas para caracterização socioeconômica e sanitária da população residente na área de estudo, com o objetivo de relacioná-las com os dados anteriores, foram levantadas no banco de dados do IBGE do ano de 2000.

Na terceira etapa buscou-se analisar a percepção da sociedade civil e as ações governamentais em reação à preservação e recuperação da microbacia. Para realizar esse objetivo, foi necessário a aplicação de um questionário sobre percepção ambiental, tomando como amostra parte da população residente na microbacia. Dentro dessa abordagem foi realizada a análise da aplicabilidade de importantes artigos do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental de Araraquara, principalmente no que tange às ações propostas e a elaboração de um plano diretor regional, alicerçado na gestão integrada de microbacias hidrográficas.

Para o planejamento urbano, as microbacias hidrográficas são excelentes unidades para gestão ambiental, pois são áreas naturais onde se relacionam fatores bióticos e abióticos e as relações humanas de maneira interligada e interdependente, dessa forma, perturbações que modifiquem esses ecossistemas podem ser rapidamente identificadas e intercedidas.

Na tentativa de se considerar todo o processo de desenvolvimento, ou seja, os aspectos ecológicos, econômicos e sociais, tendo a bacia hidrográfica como recorte espacial, torna-se necessário produzir de índices e indicadores que mensurem todas essas dimensões, para refletir a sustentabilidade do sistema. Todavia, é de grande complexidade a elaboração de índices e indicadores que consigam representar todas as grandezas desse processo, dada a dificuldade de se expressar em números absolutos a inter-relação das variáveis econômicas, sociais e ambientais. Outra questão é a seleção das variáveis mais pertinentes, entre as inúmeras que compõem essas dimensões. Dessa forma é necessária a escolha de índices e indicadores que sejam acessíveis e de fácil interpretação, permitindo o diagnóstico rápido e eficiente do local estudado, contribuindo, portanto, com tomadas de decisões que possam melhorar a qualidade de vida da população.

A caracterização socioeconômica e ambiental e o levantamento de uma série de indicadores do cenário atual da microbacia podem servir como subsídios à gestão integrada de recursos hídricos de forma preditiva, garantindo a conservação dos recursos naturais, em especial a água destinada ao abastecimento urbano, e conseqüentemente a melhoria da qualidade de vida da população.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Realizar a caracterização ambiental, socioeconômica e da percepção da população da microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP) como subsídios à gestão integrada dos recursos hídricos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar a caracterização morfométrica da microbacia do córrego Marivan;
- Identificar os principais impactos potenciais que ocorrem na microbacia do córrego Marivan;
- Avaliar a qualidade da água da microbacia estudada, através de variáveis físico-químicas e biológicas das águas do córrego Marivan;
- Avaliar a percepção ambiental de uma amostra da população da microbacia do Marivan.
- Analisar junto ao Plano de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental de Araraquara (SP), instituído pela Lei Complementar n.º 350 de 27 de dezembro de 2005, as principais ações propostas relacionadas à recuperação e preservação ambiental da microbacia do Marivan;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Usos múltiplos e degradação dos recursos hídricos no Brasil

Aproximadamente 12% da água doce no mundo encontra-se no Brasil. Distribuídos de maneira irregular, 80% dos recursos hídricos estão na Bacia Amazônica, onde se concentra 5% da população; no Nordeste, onde residem 35% dos brasileiros, estão apenas 4% dos recursos hídricos nacionais. No Sul e Sudeste, onde vive mais de 50% da população brasileira, a escassez surge, principalmente, devido à deteriorização da qualidade da água, que inviabiliza a utilização de importantes mananciais. Dessa maneira, a oferta se torna insuficiente frente às demandas (SCHONË, 2004).

O problema de escassez hídrica no Brasil é consequência do processo desordenado de urbanização, industrialização e expansão agrícola verificado a partir da década de 1950. A migração do campo para cidade, associada à industrialização, aumentou a demanda de água dos mananciais, e também exigiu o crescimento do parque gerador de energia elétrica que, por sua vez, implicou a necessidade de construção apreciável de aproveitamento hidroelétrico. Adicionalmente, o aumento populacional gerou a necessidade de maior produção de alimentos, que encontrou na agricultura irrigada o mecanismo para satisfazer essa procura (SETTI *et al*, 2001). Para o mesmo autor, apesar da má distribuição e dos usos múltiplos contribuírem para a diminuição da disponibilidade hídrica, a maioria dos estados brasileiros não sofre com escassez de água, e sim com estresse hídrico periódico e regular, alguns com tendência a sofrerem problemas com falta d'água (TABELA 01).

TABELA 01 – Estados brasileiros em pior situação quanto a disponibilidade de recursos hídricos por habitante

Estado	Disponibilidade per Capita m <sup>3</sup> /hab.ano	Situação
Pernambuco	1270	Estados com menor disponibilidade hídrica, estresse hídrico e falta d'água
Paraíba	1392	
Distrito Federal	1537	
Sergipe	1601	
Alagoas	1671	
Rio Grande do Norte	1681	Estados com riscos de estresse hídrico e/ou falta d'água
Rio de Janeiro	2208	
Ceará	2276	
São Paulo	2294	
Bahia	2862	

Fonte: SETTI *et al*, 2001.

Para Tundisi (2003) e Tucci (2006), o processo de urbanização originou o aumento populacional e modificações no ciclo hidrológico, que culminam com a degradação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos (FIGURA 1).

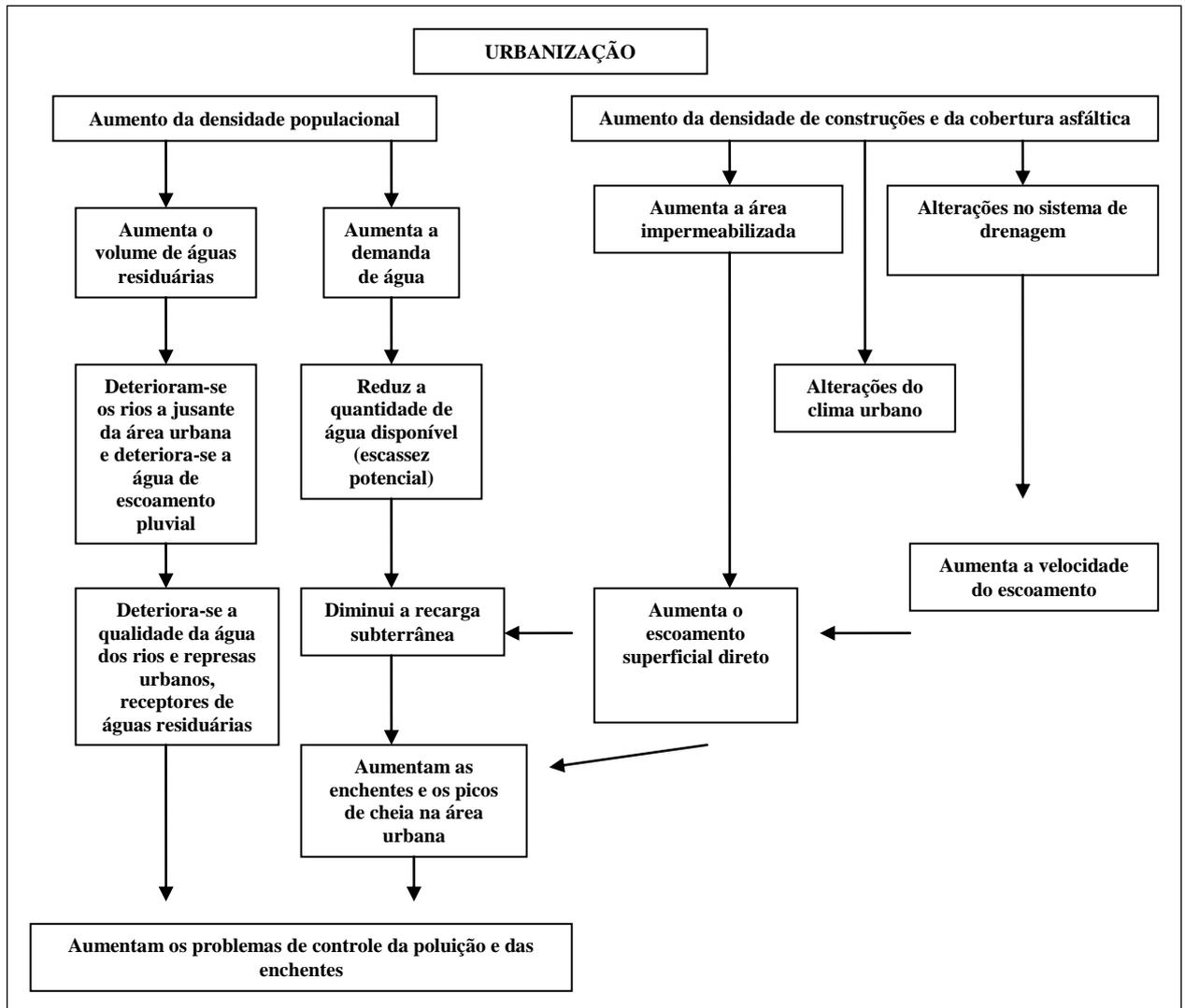


FIGURA 01 – Principais problemas decorrentes da urbanização que degradam a quantidade e qualidade das águas (TUCCI, 2000)

A água pode ser utilizada para os seguintes fins: abastecimento urbano, transporte de pessoas e mercadorias, geração de energia, produção e processamento de alimentos, processos industriais diversos, recreação, paisagismo, transporte e assimilação de efluentes, sendo esses usos classificados em consuntivos e não consuntivos (VIVACQUA, 2005).

De acordo com Carmo (2001), o uso consuntivo implica perdas em relação ao que é retirado do corpo d'água, sendo dividido em três grupos principais: uso urbano (água utilizada para o abastecimento das cidades), uso industrial (água utilizada para os processos industriais)

e uso para a irrigação (em termos globais corresponde à maior demanda, além de ser o maior responsável pelas perdas em função da transpiração).

O uso não consuntivo não implica perdas de volume para os cursos d'água, sendo dividido em cinco grupos: geração de energia elétrica, navegação interior, aquicultura, recreação e lazer, usos ecológicos.

Entre os usos consuntivos, o maior percentual de volume captado no Brasil é utilizado pela agricultura, 33,8 Km<sup>3</sup>/ano, seguido pelo setor de abastecimento 8,4 Km<sup>3</sup>/ano. Para o uso industrial são captados 4,4 Km<sup>3</sup>/ano (SETTI *et al*, 2001) (FIGURA 2).

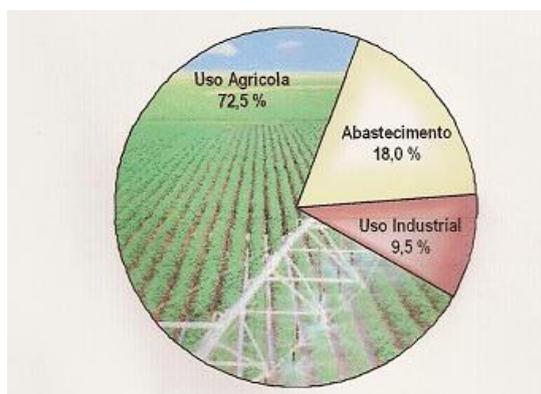


FIGURA 02 – Situação estimada atual das captações de água doce no Brasil por setor (LIMA, 2000 *apud* SETTI, 2001)

De 1900 a 2000, o uso total da água no planeta aumentou dez vezes (de 500 Km<sup>3</sup>/ano para aproximadamente 5.000 Km<sup>3</sup>/ano). Os usos múltiplos da água aceleram - se em todas as regiões, continentes e países, à medida que as atividades econômicas se diversificam e as necessidades de água crescem, para atingir níveis de sustentação compatíveis com as pressões da sociedade de consumo, a produção industrial e agrícola (TUNDISI, 2003).

Representando maior percentual de consumo por tipo de uso, a irrigação ainda utiliza métodos poucos eficientes. Dos quase três milhões de hectares irrigados, 56% são por espalhamento superficial, 19%, por pivô central e 18%, por aspersão convencional (REBOUÇAS, 2003).

A irrigação de culturas pode acarretar a salinização de solos, por lixiviação de agroquímicos para a água subterrânea e carreamento de partículas de solo e fertilizantes para corpos d'água, bem como promover a deteriorização da qualidade dos rios a jusante das captações pelo descarte de água de drenagem. (DOMINGUES & TELLES, 2006).

O setor de saneamento básico brasileiro também contribui para a degradação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos. Quanto ao abastecimento de água, o grande

problema são as perdas, que representam 45%; já em relação ao esgotamento sanitário, as conseqüências mais diretas estão relacionadas ao baixo índice de cobertura, causando elevadas taxas de doenças intestinais e outras relacionadas à inadequação dos serviços de saneamento básico - 65% das internações hospitalares e 50 mil mortes de crianças por ano são provocadas por diarréias (SETTI *et al*, 2001).

Segundo pesquisa realizada pelo IBGE (2000), dos 5.507 municípios brasileiros, 98% possuem rede de abastecimento de água e apenas 52% são servidos de algum tipo de serviço de esgotamento sanitário. Nota-se ainda grande diferença na cobertura desses serviços entre as grandes regiões do país. A rede de distribuição de água atinge, segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico - PNSB, 64% do número total de domicílios recenseados pelo Censo Demográfico 2000. Tais serviços se caracterizam, também, por um desequilíbrio regional, visto que na Região Sudeste é de 71% a proporção de residências atendidas, enquanto nas Regiões Norte e Nordeste o serviço alcança, respectivamente, apenas 44% e 53% dos domicílios. O esgotamento sanitário atinge apenas 34% dos domicílios, um quadro marcante de desigualdades regionais. A rede geral de esgoto chega ao seu nível mais baixo na Região Norte, onde apenas 2% dos domicílios são atendidos, seguidos da Região Nordeste (15%), Centro-Oeste (28%) e Sul (28%). A Região Sudeste apresenta o melhor atendimento, mesmo assim, a rede cobre pouco mais da metade das residências da região (53%).

Quanto à atividade industrial, essa se encontra mais concentrada nas Regiões Sul e Sudeste, nas bacias do Paraná e Atlântico Sudeste, correspondendo à demanda de 74% do total (SZTIBE & SENA, 2004). O setor é considerado responsável pela crescente dificuldade na obtenção de água para atendimento das necessidades da sociedade. Esse fato se deve não só ao crescimento contínuo da quantidade de água necessária para atender à demanda industrial, como principalmente à presença, nos corpos d'água, dos efluentes industriais, os quais têm qualidade significativamente inferior à original. A disposição desses contaminantes provoca alterações diversas nos corpos receptores desses despejos, todas elas resultando em impactos ambientais significativos. Além disso, a presença de impurezas em fontes potenciais de fornecimento de água impõe custos adicionais de tratamento para que esse bem possa ser reaproveitado em quaisquer atividades (KULAY & SILVA, 2006).

Diferentes usos da água geram efluentes que, na maioria das vezes, não são tratados antes de serem lançados nos cursos d'água, causando a degradação dos mesmos. Segundo Pereira (2004), os tipos de poluição das águas podem ser classificados como:

a) poluição química: causada por compostos biodegradáveis, produtos químicos esses que, ao final de um período, são decompostos pela ação de bactérias. São alguns exemplos de poluentes biodegradáveis os detergentes, inseticidas, fertilizantes e petróleo. Outros compostos que causam a contaminação são denominados persistentes, produtos químicos que se mantêm por longo tempo no meio ambiente e nos organismos vivos. Esses poluentes podem causar graves problemas, como a contaminação de alimentos, peixes e crustáceos. São alguns exemplos de poluentes persistentes o DDT (diclodifenitricloroetano) e o mercúrio.

b) poluição física: denomina-se poluição física aquela que altera as características físicas da água. As principais são: poluição térmica decorrente do lançamento nos rios da água aquecida, usada no processo de refrigeração de refinarias, siderúrgicas e usinas termoelétricas; e poluição por sólidos, podendo ser sólidos suspensos, coloidais e dissolvidos, em geral podem ser provenientes de ressuspensão de fundo, devido à circulação hidrodinâmica intensa, procedentes de esgotos industriais e domésticos e da erosão de solos carregados pelas chuvas ou erosão das margens dos rios.

c) poluição biológica: a água pode ser infectada por organismos patogênicos, existentes nos esgotos. Assim, ela pode conter:

- bactérias: provocam infecções intestinais epidérmicas e endêmicas (febre tifóide, cólera, shigelose, salmonelose, leptospirose);
- vírus: provocam hepatites e infecções nos olhos;
- protozoários: responsáveis pelas amebíases e giardíases;
- vermes: esquistossomose e outras infestações.

A degradação dos recursos hídricos pode ser ocasionada por fontes pontuais e difusas. As pontuais são aquelas possíveis de serem determinadas e localizadas, como o esgoto doméstico, descargas industriais e efluentes de aterros sanitários. Já as poluidoras difusas são aquelas distribuídas ao longo da superfície do solo por inúmeros agentes poluidores, que afluem aos corpos d'água por ocasião dos eventos e da chuva. As fontes difusas de poluição podem ser de origem rural (atividades agrícolas, pecuária, silvicultura, chácaras de lazer e recreação, áreas de lazer pouco alteradas e mineração) e urbana (áreas residenciais, comerciais, industriais, parques, meios de transporte, partículas em suspensão no ar e água de chuva) (PRIME 1988 *apud* SILVA 2003). Para Pereira (2004), existe ainda a forma mista, que é a associação entre fontes pontuais e difusas. As fontes de poluição podem ter significância local, regional ou mesmo global, causando a degradação dos recursos hídricos

apenas onde é gerada ou em locais distantes, em regiões ou até mesmo continentes diferentes de onde foram produzidas (TABELA 2).

TABELA 02 – Significância das fontes de poluição dos recursos hídricos

Fontes	Bactéria	Nutrientes	Pesticidas e Herbicidas	Micropoluentes Orgânicos Industriais	Óleos e Graxas
<b>Atmosfera</b>		<b>1</b>	<b>3-G</b>	<b>3-G</b>	
<b>Fontes Pontuais</b>					
<b>Esgoto doméstico</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
<b>Esgoto industrial</b>		<b>1</b>		<b>3-G</b>	<b>2</b>
<b>Fontes difusas</b>					
<b>Agrícolas</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3-G</b>		
<b>Dragagem</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Navegação e Portos</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Fontes mistas</b>					
<b>Escoamento urbano e depósito de lixo</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Depósito de cargas industriais</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Legenda: (1) Fonte de significância local; (2) de moderada significância local/regional; (3) de significância regional; (G) de significância global

Fonte: TUCCI, 1998.

Segundo Pereira (2004), ao atingirem os corpos d'água os poluentes são submetidos a diversos mecanismos físicos, químicos e biológicos. Esses mecanismos alteram o comportamento dos poluentes e suas respectivas concentrações, o que pode ser benéfico ou não. Os fatores que afetam o comportamento dos poluentes são:

a) diluição: refere-se à redução da concentração do poluente quando este atinge o corpo d'água. A diluição só é efetiva se a concentração do poluente no corpo d'água é significativamente menor do que no efluente que está sendo lançado;

b) ação hidrodinâmica: fenômeno associado ao deslocamento da água nos corpos hídricos. O transporte dos poluentes é afetado pelo campo de velocidades no meio, ou seja, quanto mais intenso o campo de velocidades, mais rapidamente o poluente será afastado do ponto de despejo. A dinâmica do sistema tem grande influência sobre o processo de diluição, que ocorre por difusão molecular ou turbulenta. Os movimentos intensos de água favorecem as trocas gasosas, mas podem resultar na ressuspensão de contaminantes.

c) ação da gravidade: pode favorecer a sedimentação dos contaminantes que sejam mais densos que o meio líquido no qual se encontram;

d) luz: a presença de luz é a condição necessária para a presença de algas, que são fontes básicas de alimento para a biota aquática, além de produzir oxigênio durante a fotossíntese;

e) temperatura: influencia vários processos que ocorrem nos corpos d'água (cinética das reações químicas, atividade microbiológica e características físicas do meio);

f) ação microbiológica: contaminantes biodegradáveis têm a sua concentração reduzida pela ação de microrganismos presentes no meio aquático. O processo de redução da concentração de contaminantes por microrganismos é conhecido como autodepuração, e contempla as seguintes etapas: decomposição da matéria orgânica, que é quantificada por meio da Demanda Bioquímica Oxigênio (DBO), e recuperação do oxigênio dissolvido ou reaeração.

O processo de autodepuração do corpo d'água depende do potencial poluidor do despejo, da concentração do oxigênio dissolvido, das características hidrodinâmicas e da temperatura.

### **3.1.2 Gestão de recursos hídricos e políticas ambientais no Brasil**

A gestão das águas é uma atividade voltada à formulação de princípios e diretrizes, para elaboração de documentos orientativos e normativos, estruturação de sistemas de gerenciamento e tomadas de decisões, que tem por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos. Já o gerenciamento das águas consiste num conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas estabelecidos para executar a gestão das águas; assim, os termos gestão e gerenciamento propõem uma diferenciação, embora muitas vezes sejam usados como sinônimos (SETTI *et al* 2001).

No Brasil, as legislações que nortearam a gestão dos recursos hídricos e as políticas ambientais nasceram da necessidade de regular os processos de desenvolvimento que utilizam recursos naturais como insumo. Essa discussão baseou-se em modelos de desenvolvimento esboçado por países industrializados, em importantes encontros ambientais ocorridos nas décadas de 1970, 1980 e 1990, tendo a água como recurso alavancador na geração das políticas ambientais. Entretanto, a preocupação com os recursos hídricos no Brasil inicia-se no período imperial e estende-se até 1906 de forma modesta, com a elaboração de poucas leis e poucos recursos investidos em sua gestão e gerenciamento sendo a gestão totalmente centralizada na união (BRAGA *et al*, 2006).

Segundo o mesmo autor no período de 1886 a 1889, devido a uma grande seca que ocorreu no Nordeste, o imperador D. Pedro II criou a Comissão da Seca, formada por uma equipe internacional e multidisciplinar, que apresentou propostas de construção de açudes e reservatórios públicos de qualidade, que visava ao atendimento de pequenas localidades. O açude do Cedro é o marco institucional desse período. Com a proclamação da República em 15 de setembro de 1889, o Congresso Constituinte promulgou, em 24 de fevereiro de 1891, a Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, que em seu Art. 13 definiu o direito da União e dos Estados de legislar sobre a viação férrea, enquanto a navegação interior seria regulada por lei federal. O Art. 34, inciso 6, estabeleceu que competia ao Congresso Nacional legislar sobre navegação nos rios que banhassem mais de um Estado ou que se estendessem a territórios estrangeiros. O direito de propriedade foi mantido, salvo a desapropriação por necessidade ou utilidade pública, mediante indenização prévia. O Código Penal de 1890 estabeleceu que aqueles que degradassem a água potável de uso comum ou particular, tornando-a imprópria para o consumo ou nociva à saúde, ficariam presos de 1 a 3 anos. O texto constitucional garantia ainda o direito de propriedade da água em toda a sua plenitude. O governo só se preocupou em estabelecer normas que regulamentassem a utilização dos recursos naturais, tais como floresta e água, em 1906. No caso dos recursos hídricos, o Projeto do Código das Águas foi elaborado em 1907, pelo jurista Alfredo Valladão. Encaminhado à Câmara dos Deputados, não foi promulgado (BRAGA *et al*, 2006).

No ano de 1934, dois aspectos positivos ocorreram em relação à gestão dos recursos hídricos: a nova Constituição, que dava amplo poder ao Estado para retirar dos proprietários de terras os direitos sobre os cursos d'água que margeavam suas propriedades, bem como um projeto remodelado (Código das Águas), com base no projeto original, aprovado em 10 de julho de 1934, via decreto 24.643, durante o Governo Provisório de Getúlio Vargas. Para a

época, o Código das Águas estabeleceu uma política hídrica bastante moderna e complexa, considerada mundialmente como uma das mais completas leis das águas já produzidas, e os princípios neles constantes são invocados em diversos países como modelos a serem seguidos (POMPEU, 2002 *apud* BRAGA *et al*, 2006). Observa-se no Código das Águas uma visão do legislador para o conceito do usuário - pagador. O Art. 36 permite usar de quaisquer águas públicas, desde que em conformidade com os regulamentos administrativos, e assegura o uso prioritário para o abastecimento das populações. Estabelece que o uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído, conforme as leis da cunscrição administrativa a que pertencem. O Código das Águas também sinaliza para os usos múltiplos dos recursos hídricos, e seu Art. 143 determina: “em todos os aproveitamentos de energia hidráulica serão satisfeitas exigências acauteladoras dos interesses gerais da alimentação e das necessidades das populações ribeirinhas, da salubridade pública, da navegação, da irrigação, da proteção contra inundações, da conservação e livre circulação do peixe, do escoamento e rejeição das águas”.

O grande mandatário da regulação hídrica desde 1920 até os anos de 1980 foi o setor de energia hidrelétrica, a princípio de iniciativa privada e, posteriormente, sob orientação do Estado. Todavia, o Código das Águas, ainda que estabelecido com o objetivo de regulamentar a apropriação da água com vistas à sua utilização como fonte geradora de energia elétrica, possui mecanismos capazes de assegurar o uso sustentável dos recursos hídricos, bem como o acesso público as águas (ANTUNES, 2002).

A centralização e o norteamento da gestão dos recursos hídricos pelo governo militar ocorreu no final da década de 50 e nos anos 60 e 70. Em 1957, sob o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), por meio do Decreto 41.019, é regulamentado a prestação de serviços de energia elétrica no País e, com a Lei n.º 3.890-A, de 25/04/1961, é criada a Eletrobrás. Em dezembro de 1965, a Lei n.º 4.904 criou o Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), juntamente com Ministério das Minas e Energia (MME), incorporando ao DNAE a Divisão de Águas do Departamento Nacional de Produção e Mineral (DNPM), consolidando a predominância do setor de energia elétrica na gestão das águas. Nesse mesmo ano é instituído, pela Lei Federal n.º 4.771 (15/09/1965), o Código Florestal, garantindo que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes, exercendo os direitos de propriedade com limitações que as legislações estabelecem. O Código Florestal, alterado pelas Leis Federais n.º 7511/86 e 7803/89, contribui de maneira direta com a proteção dos recursos hídricos, uma vez que em seu Art. 2.º

estabelece que as áreas que acompanham os corpos d'água e as nascentes são consideradas de preservação permanente como mostra o QUADRO 1.

#### QUADRO 01 – Área de Preservação Permanente

Lei	Artigo 2.º
Lei Federal 4.771 de 1965, modificado pela lei 7.511/86 e pela Lei 7.803/89.	<p>Consideram-se de preservação permanente pelo só efeito desta lei, as florestas e as demais formas de vegetação natural situadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: <ul style="list-style-type: none"> <li>1) de 30 (trinta metros) para cursos d'água de menos de 10 (metros) de largura;</li> <li>2) de 50 (cinquenta metros) para cursos d'água que tenham de dez (10) a 50 (cinquenta) metros de largura;</li> <li>3) de 100 (cem) metros para cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;</li> <li>4) de 200 (duzentos metros) para cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;</li> <li>5) de 500 (quinhentos) metros para cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;</li> </ul> </li> <li>b) ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;</li> <li>c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;</li> </ul>

Em dezembro de 1968, pelo Decreto n.º 63.951, alterou-se a denominação DNAE para Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) e, em 1969, o Decreto de Lei n.º 689/69 extinguiu o CNAEE, e transferindo todas as suas atribuições para o DNAEE, confirmando a hegemonia do setor elétrico nas decisões sobre o aproveitamento das águas (BRAGA *et al*, 2006; SETTI *et al*, 2001).

Na década de 70, emergiu na agenda internacional, entre os grandes problemas do mundo, a questão ambiental, difundindo que os recursos naturais e os ecossistemas deveriam ser protegidos e utilizados de maneira planejada e racional, com vistas a evitar danos ambientais. Após a Conferência das Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo no ano de 1972, o governo brasileiro, mesmo com uma

diferente da dos países industrializados quanto à utilização dos recursos naturais questionando as restrições ao direito soberano de decidir sobre suas políticas e acentuando outros problemas, como a pobreza e o desenvolvimento, criou de forma reativa, com traços fortemente burocráticos e sem nenhuma articulação com a sociedade a SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente). Na década de 80, esse quadro começa a alterar-se com a criação da importante Lei 6.938/8, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), constituído pelos órgãos federais, pelas agências estaduais e municipais e, principalmente, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Política Nacional do Meio Ambiente tem como objetivo a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses de segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. (QUADRO 02).

QUADRO 02 – Objetivos e Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6938/81

Artigo	Inciso	Ações, objetivos e instrumentos
2.º Princípios da Política Nacional do Meio Ambiente	I	Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo.
	II	Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar.
	III	Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais.
	IV	Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas.
	V	Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras.
	VI	Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais.
	VII	Acompanhamento do estado da qualidade ambiental.
	VIII	Recuperação de áreas degradadas.
	IX	Proteção de áreas ameaçadas de degradação.
	X	Educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente..
4.º A Política Nacional do Meio Ambiente visará:	I	À compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.
	II	À definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios.
	III	Ao estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais.
	IV	Ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais.

	V	À difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico.
	VI	À preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida.
	VII	À imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

## QUADRO 02 - Continuação

Artigo	Inciso	Ações, objetivos e instrumentos
6.º Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, assim estruturado:	I	Órgão Superior: o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, com a função de assistir o Presidente da República na formulação de diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.
	II	Órgão Central: a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, do Ministério do Interior, à qual cabe promover, disciplinar e avaliar a implantação da Política Nacional do Meio Ambiente.
9.º São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:	I	O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental.
	II	O zoneamento ambiental.
	III	A avaliação de impactos ambientais.
	IV	O licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.
	V	Os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental.
	VI	A criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e as de relevante interesse ecológico, pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal.
	VII	O sistema nacional de informações sobre o meio ambiente.
	VIII	O Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental.
	IX	As penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

Fonte: Lei 6.938/81.

Em 1987, o conceito de desenvolvimento sustentável é definido pela Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Comissão Brundtland: *“A capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras, que serão maiores e terão que satisfazer suas próprias necessidades”*.

Dois anos após a definição de desenvolvimento sustentável, em 1989, cria-se no Brasil o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), integrando vários órgãos ambientais que antes executavam suas políticas de modo isolado. O final da década de 80 é marcado pelo colapso do estado autoritário e pelos movimentos de resistência e construção de uma institucionalidade democrática, e então a questão ambiental se incorpora como tema da participação pública. Em 1986, ocorre em São Paulo um importante evento: Perspectivas do Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo, onde se discutiu alternativas para romper o impasse entre as propostas e o desinteresse dos políticos legisladores sobre a questão hídrica (SZTIBE & SENA, 2004).

Segundo os mesmos autores, em 1987, são criados o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos e o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos, instituições precursoras do sistema de gestão que se implantou em São Paulo. No mesmo ano, a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) realizou em Salvador o VII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e Hidrologia, levando a público a Carta de Salvador, configurando uma nova abordagem da gestão das águas, onde se destacam os seguintes tópicos:

- Usos múltiplos dos recursos hídricos;
- Desenvolvimento e participação;
- Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos;
- Aperfeiçoamento da legislação;
- Desenvolvimento tecnológico e aperfeiçoamento de recursos hídricos;
- Sistema de informações de recursos hídricos; e
- Política Nacional de Recursos Hídricos.

Com a constituição de 1988, a hegemonia do setor elétrico é afetada: a reestruturação do ponto de vista político e administrativo promoveu mudanças significativas para o gerenciamento dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos. O capítulo onde estão estabelecidos os princípios da Política Nacional do Meio Ambiente determina que o meio ambiente é de uso comum, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo, mostrando dessa forma a tendência para descentralização na gestão dos recursos naturais. Apesar de afirmar a competência da União de legislar sobre as águas, um sistema de competências comum da União, Estados e Municípios devem legislar sobre a proteção dos recursos naturais, entre eles as águas, de maneira que os Estados criem normas suplementares da União ou complementem-as, e os municípios, igualmente, estabelecer normas

suplementares à dos Estados ou as complemente. Outro aspecto importante da Constituição Federal de 1988, que marca a descentralização, é observado no Capítulo II Art. 182, que obriga as cidades com mais de 20.000 habitantes a criar o plano diretor, sendo esse o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana. As competências da União, Estados e Municípios estão descritas a seguir no QUADRO 03.

QUADRO 03 – Competências da União, Estados e Municípios em legislar sobre os recursos naturais, em especial as águas, descritas na Constituição Federal de 1988

Artigo	Inciso	Constituição da República Federativa do Brasil (1988)
20.º São bens da União:	III	Os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos.
	IV	As ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as áreas referidas no artigo 26, inciso II.
	VI	O mar territorial.
21.º Compete à União:	XII	b) os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergético; d) os serviços de transporte ferroviário e aquaviário entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estado ou Território; os portos marítimos, fluviais e lacustres.
	XIX	Instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso.
22.º Compete privativamente à União legislar sobre:	IV	Águas, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão; Parágrafo único – Lei complementar poderá autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas neste artigo.
23.º É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;	VI	Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas.
	XI	Registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.
24.º Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar	VI	Florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição: § 1.º- No âmbito da legislação concorrente a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais; § 2.º- A competência da União para legislar sobre normas gerais não exclui a competência complementar dos Estados; § 3.º- Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender suas peculiaridades;

concorrentemente sobre:		§ 4.º A superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário.
-------------------------	--	--

#### QUADRO 03 - Continuação

Artigo	Inciso	Constituição da República Federativa do Brasil (1988)
26.º Incluem-se entre os bens dos Estados	I	As águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.
	II	As áreas, as ilhas, oceânicas e costeiras, que estiverem no seu domínio, excluídas aquelas sob domínio da união, Municípios ou terceiros.
	III	As ilhas fluviais e lacustres não pertencentes a União.
30.º Compete aos Municípios	I	Legislar sobre assuntos de interesse local.
	II	Suplementar a legislação federal e a estadual no que couber.
182.º A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal.		

Fonte: Constituição da República Federativa do Brasil

Em São Paulo, o processo de gestão antecipa-se ao desenvolvimento de gestão federal. A Constituição Estadual de 1989, no capítulo sobre meio ambiente, dedica uma seção exclusiva aos recursos hídricos, prevendo a instituição de um sistema integrado de gerenciamento, descentralizado, participativo, relacionado aos demais recursos naturais e à cobrança pelo uso da água. Em 1990 foi realizado o Plano Estadual dos Recursos Hídricos – (PERH) e, em 1991, editada a Lei 7.633, que estabeleceu a Política Estadual dos Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGRH) (SZTIBE & SENA, 2004) (QUADRO 04).

QUADRO 04 – Sistema Integrado de Gerenciamento, participativo e descentralizado. Lei 7.633/91

Artigo	Inciso	Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos 7.633/91
<p style="text-align: center;">3.º</p> <p>A Política Estadual de Recursos Hídricos atenderá aos seguintes princípios:</p>	I	Gerenciamento descentralizado, participativo e integrado, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos e das fases meteórica, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico.
	II	Adoção da bacia hidrográfica como unidade físico - territorial de planejamento e gerenciamento.
	III	Reconhecimento do recurso hídrico como um bem público, de valor econômico, cuja a utilização deve ser cobrada, observados os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades da bacia hidrográfica.
	VII	Compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente.
<p style="text-align: center;">8.º</p> <p>O estado, observados os dispositivos constitucionais relativos à matéria, articulará com a união, outros Estados vizinhos e municípios, atuação para aproveitamento e controle dos recursos hídricos em todo seu território, inclusive para fins de energia elétrica, levando em conta principalmente:</p>	I	A utilização dos recursos hídricos, especialmente para fins de abastecimento urbano, irrigação, navegação, aquíicultura, turismo, recreação, esportes e lazer.
	II	O controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas.
	III	A proteção da flora e fauna aquáticas e do meio ambiente.

<p align="center">21.º</p> <p>O Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH visa à execução da Política Estadual de Recursos Hídricos e a formulação, atualização e aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, congregando órgãos estaduais e municipais e a sociedade civil, nos termos do artigo 205 da Constituição</p>		
---	--	--

QUADRO 04 - Continuação

Artigo	Inciso	Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos 7.633/91
<p align="center">22.º</p> <p>Ficam criados, como órgãos colegiados, consultivos e deliberativos, de nível estratégico, com composição e organização, competência e funcionamento definidos em regulamento desta lei, os seguintes:</p>	I	Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH, de nível central.
	II	Comitês de Bacias Hidrográficas, com atuação em unidades hidrográficas, estabelecidos pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos.
<p align="center">23.º</p> <p>O Conselho Estadual dos Recursos Hídricos, assegurada a participação partidária dos Municípios em relação ao Estado, será composto por:</p>	II	Representantes dos municípios contidos nas bacias hidrográficas, eleitos entre seus pares.
	II	Representantes dos municípios contidos na bacia hidrográfica correspondente.

<p style="text-align: center;"><b>24.º</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Os Comitês de Bacias Hidrográficas, assegurada a participação partidária dos municípios em relação ao Estado, serão compostos por:</b></p>	<p><b>III</b></p>	<p><b>Representantes de entidades da sociedade civil, sediadas na bacia hidrográfica, respeitado o limite máximo de um terço do número total de votos, por:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) universidades, instituto de ensino superior e entidades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico;</li> <li>b) usuários das águas, representados por entidades associativas;</li> <li>c) associações especializadas em recursos hídricos, entidades de classe e associações comunitárias, e outras associações não governamentais.</li> </ul>
---	-------------------	---

Fonte: Lei 7.633/91.

Segundo Gallo (1995), o SIGRH busca a execução, formulação e aplicação do PERH, congregando órgãos estaduais, municipais e a sociedade civil organizada. Nesse sentido, a lei 7.663/91 previu a criação de coordenação e de integração participativa. No nível central foi prevista a formação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) e, nas unidades geográficas, dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH). Ao CRH compete as atribuições de discutir e aprovar propostas de projetos de lei referentes ao PERH, assim como as que devam ser incluídas nos projetos de lei sobre o plano plurianual; as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual do Estado; aprovar o relatório sobre a situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo; exercer funções normativas e deliberativas referentes à formulação, implantação e acompanhamento da Política Estadual de Recursos Hídricos; estabelecer critérios e normas relativas ao rateio, entre os beneficiários, dos custos das obras de uso múltiplo das águas ou de interesse comum ou coletivo; estabelecer diretrizes para a formulação de programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO); efetuar o enquadramento de corpos d'água em classes de uso preponderante, com base nas propostas dos comitês de bacias, compatibilizando-as em relação às repercussões interbacias e arbitrando os possíveis conflitos; decidir, primeiramente, os conflitos entre os comitês de bacias, com recurso em último grau do governador. Os comitês de bacias hidrográficas, assegurada a participação partidária dos municípios em relação ao estado, serão compostos por representantes das secretarias de estado ou de órgãos e entidades da administração direta e indireta, cujas atividades se relacionem com o gerenciamento ou uso das águas, proteção ao meio ambiente, planejamento e gestão financeira do estado, no âmbito das bacias, representantes dos municípios contidos nas bacias; representantes de entidade da sociedade civil (sediadas nas bacias), respeitando o limite de um terço do número total de votos, entendendo as universidades, os institutos de ensino superior, as agências de pesquisa e desenvolvimento, as associações de usuários, as associações especializadas em recursos

hídricos, as entidades de classe, as associações comunitárias e outras associações não governamentais como representantes da sociedade civil. Cada comitê de bacia terá como atribuições: aprovar propostas para o PERH; aprovar propostas de aplicação de recursos para o gerenciamento de recursos hídricos na bacia; aprovar propostas de plano e utilização, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos e de enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderantes, com o apoio de audiências públicas; promoção de entendimento e cooperação entre usuários das águas; apreciar, a cada ano, o relatório sobre a situação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica .

O Estado de São Paulo possui 22 unidades para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, sendo classificadas quanto ao tipo de uso em agropecuária, conservação e industrial (FIGURA 3), sendo que o ano de implantação, número de municípios e representantes por segmento podem ser observados na TABELA 03.

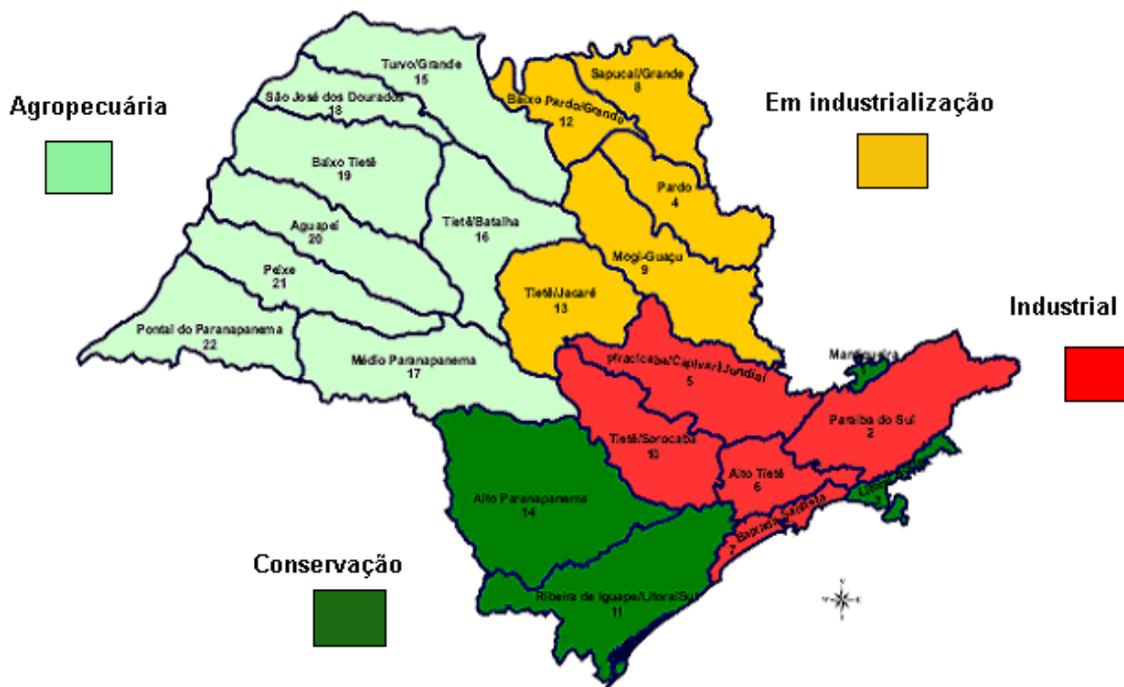


FIGURA 03 - As 22 unidades de gerenciamento para gestão integrada dos recursos hídricos no Estado de São Paulo

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento (2007).

TABELA 03 – Comitês de bacias hidrográficas do Estado de São Paulo

UGRHI	Comitê de Bacia Hidrográfica	Ano de Instalação	Municípios	Representantes por segmentos
05	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	1993	58	16
06	Alto Tietê	1994	34	16
19	Baixo Tietê	1994	42	10
17	Médio Paranapanema	1994	42	13
02	Paraíba do Sul	1994	34	10
20/21	Aguapeí/Peixe	1995	58	14
07	Baixada Santista	1995	09	09
10	Médio Tietê/Sorocaba	1995	34	17
13	Tietê/Jacaré	1995	34	12
15	Turvo/Grande	1995	64	18
14	Alto Paranapanema	1996	34	10
12	Baixo Pardo/Grande	1996	12	13
09	Mogi Guaçu	1996	38	14
04	Pardo	1996	23	12
22	Pontal do Paranapanema	1996	21	11
11	Ribeira do Iguape/Litoral Sul	1996	23	14
08	Sapucaí Mirim/Grande	1996	22	11
16	Tietê/Batalha	1996	33	13
03	Litoral Norte	1997	04	12
18	São José dos Dourados	1997	25	13
01	Mantiqueira	2001	03	06

Fonte: SZTIBE & SENA, 2004.

Segundo Sztibe & Sena (2004), em 1992, realizou-se em Dublin a Conferência Internacional sobre Água e o Meio Ambiente, promovida pela Organização Meteorológica Mundial, cujos princípios descritos a seguir se refletem nos ordenamentos jurídicos e institucionais das políticas das águas em vários países:

1.º As águas doces são um recurso natural finito e vulnerável, essencial para a sustentação da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente. A gestão das águas deve ser integrada e considerada no seu todo, quer seja a bacia hidrográfica e/ou os aquíferos;

2.º O desenvolvimento e a gestão da água devem ser baseados na participação de todos, quer sejam usuários, planejadores e decisores políticos, de todos os níveis;

3.º As mulheres têm um papel central na provisão e proteção da água e;

4.º A água é um recurso natural dotado de valor econômico em todos os seus usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

No Rio de Janeiro, no mesmo ano, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, consolidando-se a idéia de desenvolvimento sustentável. Cabe destacar que diversos documentos foram produzidos no encontro, entre eles a Agenda 21, que no seu capítulo 4 reconhece a água doce como um recurso finito e indispensável à vida de todas as espécies, inclusive a do *Homo sapiens*, propondo 5 pontos para a organização dos recursos hídricos:

- a) Desenvolvimento e gerenciamento integrado de recursos hídricos;
- b) Provisão de água potável de qualidade adequada e saneamento básico para toda a população;
- c) Água para a produção de alimento sustentável e desenvolvimento rural;
- d) Proteção dos recursos hídricos, dos ecossistemas aquáticos continentais e da qualidade da água;
- e) Promoção de tecnologias e ações que integrem setores público e privado no desenvolvimento e na inovação tecnológica.

Assemelhando-se muito à Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, e seguindo os princípios de Dublin e da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrida em 1992, é sancionada a Lei nº. 9.433, em 08/01/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), conhecida como Lei das Águas. Seus fundamentos, objetivos e instrumentos estão apresentados no QUADRO 05.

QUADRO 05 – Fundamentos, objetivos e instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9.433/97

Lei 9.433	Política Nacional de Recursos Hídricos
Fundamentos Art. 1º	A água é um bem de domínio público;
	A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
	Em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
	A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar os usos múltiplos das águas;
	A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
	A gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.
Objetivos Art. 2º	Assegurar a atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
	A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
	A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
Instrumentos 5º	Os Planos de Recursos hídricos;
	O enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
	A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
	A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
	A compensação aos municípios
	O Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos

Fonte: Lei 9.433/97.

Em 17 de julho de 2000, é editada a Lei Federal n.º 9.984, que cria a Agência Nacional de Águas (ANA), com a missão de regular e disciplinar a utilização dos rios e lagos da União, assegurando os usos múltiplos das águas, e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) em parceria com os governos estaduais e

municipais, com usuários de água e com a sociedade civil organizada, contribuindo na busca de soluções para as secas prolongadas, especialmente do Nordeste, e a poluição dos rios. A atuação da ANA obedece aos fundamentos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, em particular à adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos, e é desenvolvida com órgãos e entidades privadas integrantes do SINGREH, que é constituído por um sistema de instituições governamentais e não - governamentais: Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH/MMA), a Agência Nacional de Águas (ANA), os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal (CERHs), os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e dos municípios, os Comitês de Bacia e as Agências de Bacia (FIGURA 4). O Comitê de Bacia é uma entidade deliberativa que congrega não só os governos eleitos democraticamente, mas também usuários e a sociedade civil organizada, sendo que suas decisões refletem diretamente na vida de usuários de água da bacia. As Agências de Bacias podem ser entidades públicas ou privadas, sem fins lucrativos, que visam dar agilidade, flexibilidade, apoio técnico, administrativo e financeiro às deliberações dos Comitês de Bacia, para sua implementação se torna imprescindível a cobrança pelo uso da água, para garantir a auto-sustentação financeira (BRAGA, *et al*, 2006).

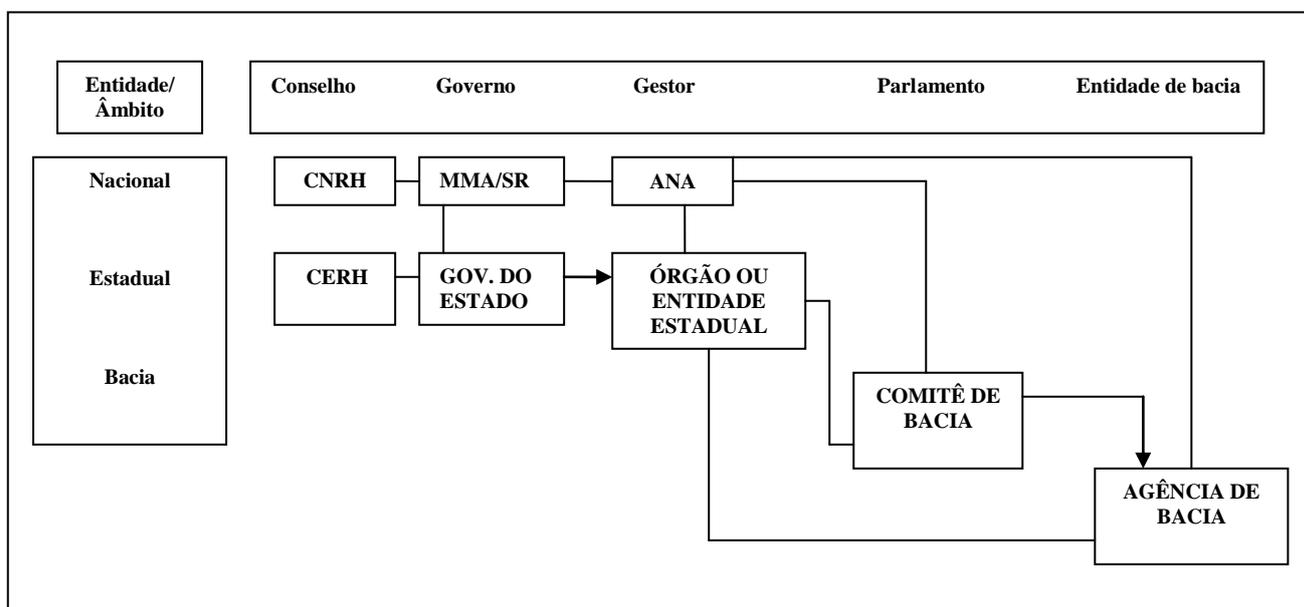


FIGURA 04 – Estrutura político - institucional do SINGRH. Fonte: BRAGA *et al*, 2006

Um ano após a instituição a Lei das Águas, foi decretada em 12/02/1998 a Lei de Crimes Ambientais n.º 9.605 – Lei da Natureza, que confere penas e infrações para quem de alguma forma causar danos ao meio ambiente, ao ordenamento urbano e/ou patrimônio cultural, salientando que essa lei passa a responsabilizar o corpo técnico pelo crime ambiental.

Outro avanço importante na legislação brasileira se deu em 10 de julho de 2001, com o Estatuto das Cidades, Lei Federal n.º 10.257, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece parâmetros e diretrizes da política urbana no Brasil. Nos termos do Estatuto das Cidades, o Plano Diretor está definido como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município, tendo ainda como função definir as condições de conformidade da propriedade dentro da sua função social. A elaboração e implementação do Plano Diretor deve contar com a participação efetiva de todos os cidadãos, sendo conduzido pelo Poder Executivo, articulado com os representantes no Poder Legislativo e com a sociedade civil. É importante que todas as etapas sejam conduzidas, elaboradas e acompanhadas pelas equipes técnicas de cada Prefeitura Municipal e por moradores do município (GOUVEA *et al*, 2004).

Um estudo detalhado sobre a viabilidade e constitucionalidade do Plano Diretor pode ser encontrado em Oliveira (2007).

Dentre os inúmeros instrumentos propostos pelo Estatuto da Cidade como subsídio aos gestores municipais para elaborarem o Plano Diretor (desenvolvimento econômico, participação popular, reabilitação de áreas centrais e sítios históricos, zonas rurais, pequenos municípios, política habitacional, regularização fundiária, transporte e mobilidade, saneamento ambiental, estudo de impacto de vizinhança, instrumentos tributários e indução de desenvolvimento), o saneamento ambiental, conjunto de ações com objetivo de alcançar níveis crescentes de saúde ambiental, que visa assegurar condições de salubridade ao homem e reduzir os impactos ambientais das atividades humanas (NASCIMENTO, 2004). Segundo o mesmo autor, o Plano Diretor de saneamento ambiental deve, portanto, contemplar as seguintes ações:

a) Abastecimento de água: cabe ao Plano Diretor identificar os mananciais destinados ao abastecimento de água em uso, avaliá-los e caracterizá-los quanto à origem, à quantidade e à qualidade em relação à demanda, bem como em relação a riscos atuais e potenciais de redução de disponibilidade hídrica, por uso indevido do solo e da água, nas bacias hidrográficas em foco. Projeções de demanda por água de abastecimento, fundamentadas em projeções demográficas e de desenvolvimento econômico feitas durante a elaboração do Plano Diretor, orientarão a identificação de novos mananciais e a adoção de medidas para sua proteção com vistas à garantia de disponibilidade hídrica;

b) Manejo de águas pluviais: reduzir os impactos ambientais causados pela impermeabilização do solo e controlar a contaminação das águas, através de técnicas de

drenagem sustentáveis, tais como o seu armazenamento em reservatórios domiciliares e em coberturas de edificações, ou a infiltração por meio de planos, trincheiras e poços de infiltração; apresentar\propor soluções aplicáveis a áreas industriais, grandes áreas comerciais e áreas de estacionamento, tais como o armazenamento de águas pluviais em bacias de detenção, em pavimentos reservatório e em valos de armazenamento, ou a infiltração de águas pluviais por meio de pavimentos permeáveis e de trincheiras de infiltração;

c) Esgotamento sanitário: elaborar um levantamento detalhado da infra-estrutura de esgotamento sanitário, englobando os sistemas estáticos como fossas e sumidouros, as redes coletoras, os interceptores e as Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), quando existentes, bem como da qualidade dos serviços prestados de esgotamento sanitário. O levantamento de dados da infra-estrutura consiste na elaboração de cadastro que descreva as características técnicas já existentes, seu estado de conservação, problemas de interconexão com a rede de drenagem pluvial, pontos de lançamento nos meios receptores, obstruções por depósitos de sedimentos, necessidades de recuperação, entre outros aspectos.

Conhecer a qualidade dos serviços implica interessar-se pela, pela identificação das áreas carentes, pelo planejamento, e efetividade de manutenção e operação dos sistemas, pela identificação de problemas de saúde pública relacionados com carências de esgotamento sanitário, pelos impactos de lançamentos sobre os meios receptores, dentre outros;

d) Manejo de resíduos sólidos: equacionar de modo satisfatório um dos elementos-chave de interface entre a gestão de resíduos sólidos e o planejamento do uso do solo, definindo áreas destinadas à implantação de aterros sanitários ou de substâncias especiais, de instalações para a seleção e triagem visando à reciclagem, em galpões para o trabalho de catadores, ou ainda para compostagem, no caso de resíduos predominantemente orgânicos. A adequada definição levará em conta as restrições ambientais e as resistências que virão das populações de seu entorno, e deverá ser acompanhada por medidas de natureza legal e urbanística; devem ser previstos os instrumentos de fiscalização, evitando assim que suas proximidades sejam ocupadas por usos incompatíveis. O processo de seleção de áreas para novas instalações não poderá ignorar a necessidade de recuperar ambientalmente as regiões em utilização. Sempre que for possível, é recomendável considerar a implantação do aterro sanitário próximo do lixão, de modo a propiciar seu aproveitamento, em paralelo com a recuperação ambiental;

e) Instrumentos regulamentares, econômicos, de informação e outros: o adequado emprego dos instrumentos previstos no Estatuto das Cidades requer a disponibilidade de

informações e de indicadores que sirvam de base à elaboração de políticas e à definição de diretrizes para o desenvolvimento urbano. Instrumentos que combinem recursos de informação geográfica com dados cadastrais sobre sistemas de saneamento, indicadores de qualidade dos serviços de saneamento, dados provenientes de monitoramento hidrológico e de qualidade de água nos meios receptores, aspectos sobre uso do solo e tendências de expansão urbana, resultados de estudos de identificação de áreas de risco de inundação e de risco geológico, entre outras informações, são importantes para o planejamento urbano e para a gestão das cidades.

Com essas informações, segundo Nascimento (2004), se torna possível, no Plano Diretor, procurar orientar o desenvolvimento urbano para áreas que ofereçam menores riscos naturais e que sejam ambientalmente menos sensíveis aos impactos da urbanização, restringindo a ocupação em áreas de risco ou áreas estratégicas, como reservas de recursos naturais, por seu valor ambiental e ecológico. Podem-se ainda adotar medidas como a realocação de populações em zonas de risco, combinadas com restrições legais, regulamentares, fiscalização, ações educativas e destinação adequada dessas áreas. O emprego de instrumentos econômicos, como a cobrança pela alteração de regime hídrico e pela geração de poluição difusa associada à urbanização, na forma, por exemplo, de uma taxa de drenagem pluvial, apresenta potencial para a recuperação de investimentos, a melhoria dos serviços de manutenção e a orientação da ocupação urbana, no sentido de reduzir fatores externos negativos da urbanização sobre o meio ambiente. Avaliar percepção de risco natural e formas de organização social para enfrentar situações de crise durante eventos catastróficos são elementos importantes para subsidiar a escolha de alternativas de redução de riscos. São também relevantes para conceber e implantar planos de contingência e de gestão de crise.

As legislações brasileiras que norteiam as políticas ambientais e de desenvolvimento urbano são avançadas e capazes de promover a utilização racional dos recursos naturais, assim como a proteção ambiental, garantindo um modelo de utilização sustentável dos recursos naturais e de uso e ocupação do solo. Para isso é necessário que a população ajude na fiscalização ambiental e adote comportamentos adequados, como reduzir a quantidade de resíduos oriundos das atividades cotidianas, utilizar, os recursos naturais essenciais a sua sobrevivência. A participação democrática da população na elaboração dos planos diretores e a fiscalização das leis ambientais por parte de órgãos da União, Estados e Municípios são fundamentais para a construção de cidades sustentáveis.

### **3.2 Microbacias hidrográficas como unidade de gestão de recursos naturais**

O termo bacia hidrográfica possui um importante respaldo legal: a lei n.º 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que tem como fundamento a bacia hidrográfica como unidade para a gestão dos recursos hídricos. Na academia, o conceito é amplamente utilizado, e as diferentes definições assemelham-se ao conceito de Barrella (2001): conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água onde as águas das chuvas ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático; as águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e, à medida que as águas dos riachos descem, se juntam a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios; esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocar no oceano.

Lima & Zakia (2000) acrescentam uma abordagem sistêmica à concepção geomorfológica de bacias hidrográficas. Para esses autores, as bacias hidrográficas são sistemas abertos que recebem energia através de agentes climáticos e perdem através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e, se encontram, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

Os termos sub-bacia e microbacia hidrográfica também são amplamente utilizados em trabalhos acadêmicos, todavia, diferentemente do conceito de bacia hidrográfica, não existe uma definição comum, geral ou consensual.

As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal, e para definir sua área são utilizadas diferentes unidades de medida. Para Faustino (1996), as sub-bacias possuem áreas maiores que 100 Km<sup>2</sup> (10.000 ha) e menores que 700 km<sup>2</sup> (70.000 ha); já para Rocha (1997) *apud* Martins *et al* (2005), são áreas entre 20.000 ha (200 Km<sup>2</sup>) e 30.000 ha (300 Km<sup>2</sup>); para Santana (2004), as bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, para o autor, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.

A diversidade de conceitos aplicados para se definir microbacias são diversificados, podendo ser adotados princípios territoriais, hidrológicos e ecológicos.

Para Santana (2004), o termo microbacia, embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, sugerindo o autor a sua substituição por sub-bacia hidrográfica.

Já para Faustino (1996), a microbacia possui toda a área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia; várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo sua área inferior a 100 Km<sup>2</sup> (10.000 ha).

Cecílio & Reis (2006) definem a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima, variando entre 10 a 20.000 ha (100 a 200 km<sup>2</sup>).

Os autores supra citados abordam apenas princípio territorial (área) para definição de sub-bacia e microbacia, não enfocando aspectos hidrológicos e ecológicos que permitam diferenciar a dinâmica do funcionamento desses sistemas.

A classificação de bacias hidrográficas em grandes e pequenas não é vista somente na sua superfície total, mas leva-se em conta os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio, tendo as microbacias como característica distinta uma grande sensibilidade tanto às chuvas de alta intensidade (curta duração) como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal). Sendo assim, as alterações na quantidade e qualidade da água do deflúvio, em função de chuvas intensas de mudanças no solo, são detectadas com mais sensibilidade nas microbacias do que nas grandes bacias. Portanto, essa explicação contribui na distinção, definição e delimitação espacial de microbacias e bacias hidrográficas, sendo sua compreensão crucial para a estruturação de programas de monitoramento ambiental, por meio de medições de variáveis hidrológicas, limnológicas, da topografia e cartografia e com o auxílio de sistemas de informações geográficas. Dessa forma se pode chegar a uma adequação espacial de microbacias e bacias hidrográficas (LIMA&ZAKIA, 2000).

Outra abordagem importante é a ecologia, que considera a microbacia como a menor unidade do ecossistema, onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, em que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Esse conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais (MOSCA 2003; LEONARDO, 2003).

Calijuri & Bubel (2006) adotam princípios hidrológicos e ecológicos para conceitualizar o termo microbacia hidrográfica: são formadas por canais de 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> e em

alguns casos de 3.<sup>a</sup> ordem, e deve ser definida como base na dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos. As microbacias são frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e observacional são fundamentais.

A definição de microbacia que buscou exclusivamente o conceito territorial apresenta menor eficácia na definição de projetos de monitoramento, pois não considera as relações do uso e ocupação do solo com a dinâmica hidrológica e as funções ecológicas presentes nas microbacias hidrográficas. Para a elaboração de projetos de monitoramento dos recursos naturais, é imprescindível o entendimento da estrutura e do funcionamento das microbacias, pois permite visualização e interpretação de impactos que imperam no ecossistema e, dessa forma, há como propor medidas de mitigação, recuperação e preservação adequadas.

No QUADRO 06 estão apresentados de forma cronológica diferentes definições para os conceitos de bacias, sub-bacias e microbacias, caracterizando o estado da arte destes conceitos.

QUADRO 06 – Diferentes conceitos de bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas

<b>Autor</b>	<b>Conceito – Bacias Hidrográficas</b>
BARRELLA, W; <i>et al</i> (2007)	Conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formado nas regiões mais altas do relevo por divisores de água onde as águas das chuvas ou escoam superficialmente, formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas, medida que as águas dos riachos descem, se juntam a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios; esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocar no oceano.
LANNA (1995) <i>apud</i> ANDREOZZI (2005)	Pode ser considerada um quebra - cabeça composto de micro e pequenas bacias, sujeito a atividades humanas difusas (agricultura) e concentradas (cidades e áreas industriais), mas que, além da complexidade intrínseca da inter-relação entre as partes e o todo, apresenta variabilidade temporal com elementos de imprevisibilidade (comportamento aleatório). Ou seja, trata-se de um quebra - cabeça que assume configurações distintas e imprevisíveis ao longo do tempo.
ATTANASIO (2004)	Unidade física caracterizada como uma área de terra drenada por um determinado curso d'água e limitada, perifericamente, pelo chamado divisor de águas.
BORSATO& MARTONI (2004)	Definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e serve de captação natural da água de precipitação, através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída.
ROCHA <i>et al</i> , (2000) <i>apud</i> TONISSI (2005)	Sistema biofísico e socioeconômico, integrado e interdependente, que contempla áreas habitacionais, industriais, de serviços, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, enfim, variados habitats e unidades da paisagem.
FERNANDES (1999) <i>apud</i> ATTANASIO (2004)	O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes.
RAMOS <i>et al</i> (1989) <i>apud</i>	São segmentos do meio ambiente, definidos no espaço e reconhecidos em função de

TOMAZONI (2003)	características e propriedades que sejam razoavelmente estáveis ou ciclicamente previsíveis, incluindo aquelas da atmosfera, do solo, do substrato geológico, da hidrologia e do resultado do sistema de ocupação do solo.
TUNDISI (2003)	É uma unidade geofísica bem delimitada, está presente em todo o território, em várias dimensões, apresenta ciclos hidrológicos e de energia relativamente bem caracterizados e integra sistemas a montante, a jusante e as águas subterrâneas e superficiais pelo ciclo hidrológico.
LIMA & ZAKIA (2006)	São sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio, podendo ser descritos em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas se encontram em equilíbrio dinâmico, dessa forma, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou alteração na forma do sistema, provocará uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

#### QUADRO 06 - Continuação

<b>Autor</b>	<b>Conceito – Sub - bacias hidrográficas</b>
FAUSTINO (1996) <i>apud</i> GAMA (2007)	Sub-bacias são bacias com áreas maiores que 100 Km <sup>2</sup> e menores que 700 km <sup>2</sup> .
Rocha <i>apud</i> Martins <i>et al</i> (2005)	Sub - bacias são áreas entre 20.000 ha e 30.000 ha.
SANTANA (2004)	As bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.
<b>Autor</b>	<b>Conceito - Microbacia hidrográfica</b>
EMBRAPA - Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Rondônia - 2007	A microbacia possui toda a área com drenagem direta ao curso principal de uma sub - bacia; várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo sua área inferior a 100 Km <sup>2</sup>
CALIJURI & BUBEL (2006)	Microbacias são áreas formadas por canais de 1. <sup>a</sup> , 2. <sup>a</sup> e, em alguns casos de 3. <sup>a</sup> ordem, devem ser definidas como base na dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos. As microbacias são áreas frágeis e freqüentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e observacional são fundamentais.
SANTANA (2004)	O termo microbacia, embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, sugerindo o autor a sua substituição por sub-bacia hidrográfica.
ATTANASIO (2004)	A microbacia é a unidade básica de planejamento para compatibilização da preservação dos recursos naturais e da produção agropecuária. As microbacias hidrográficas possuem características ecológicas, geomorfológicas e sociais integradoras, o que possibilita a abordagem holística e participativa, envolvendo estudos interdisciplinares para o estabelecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerentes ao local e região onde foram implementados.
LEONARDO (2003)	A microbacia hidrográfica é um elemento de escala de análise ambiental muito singular, pois representa o elo entre a escala micro, correspondente àquele nível de análise, verificação, medição, monitoramento e intervenção “in loco” e a macroescala de análise, correspondente à paisagem da região, bacia hidrográfica, nação ou até mesmo global, de onde são emanadas as normas, a legislação e as políticas públicas; dessa forma, a mesoescala de análise da sustentabilidade é a própria escala espacial da microbacia hidrográfica.

MOSCA (2003)	Considera a microbacia como a menor unidade do ecossistema, onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, em que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento; sendo assim, esse conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais
LANNA 1995 <i>apud</i> BRAGA 2003	A microbacia hidrográfica é entendida como a “área geograficamente delimitada pelos divisores de água que alimentam pequenos tributários”.
MOLDAN & CERNY 1994 <i>apud</i> MACHADO 2002	As microbacias são as menores unidade da paisagem capaz de integrar todos os componentes relacionados à disponibilidade e qualidade de água, como: atmosfera, vegetação natural, plantas cultivadas, solo, rochas subjacentes, corpos d’água e paisagem circundante.

#### QUADRO 6 - Continuação

BRASIL 1986 <i>apud</i> HEIN 2000	As microbacias são áreas fisiográficas drenada por um curso d’água ou para um sistema de cursos d’água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d’água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais do meio ambiente por ele definido.
-----------------------------------	--

O presente trabalho segue os conceitos de Mosca & Leonardo (2003), pois esses permitem compreender a relação entre as ações antrópicas e o ecossistema microbacia de forma sistêmica, permitindo a elaboração de sugestões que possam mitigar os impactos ambientais e garantir a utilização sustentável de recursos naturais.

Para Leonardo (2003), a microbacia hidrográfica é um elemento de escala de análise ambiental muito singular, pois representa o elo entre a escala micro, que correspondente àquele nível de análise, verificação, medição, monitoramento e intervenção “in loco” e a macroescala de análise que corresponde à paisagem da região, bacia hidrográfica, nação ou até mesmo global, de onde são emanadas as normas, a legislação e as políticas públicas. Dessa forma, a mesoescala de análise da sustentabilidade é a própria escala espacial da microbacia hidrográfica.

A microbacia hidrográfica oferece a vantagem de um gerenciamento simultâneo, interdependente e cumulativo de seus aspectos econômicos, sociais e ambientais, pela possibilidade de realizar um planejamento e administração integrada dos recursos naturais do solo e água, ampliando assim, notavelmente, a sinergia e a potencialidade dos processos operados, além de oferecer condições geográficas e sociais favoráveis à organização comunitária (RYFF, 1995 *apud* SABANÉS, 2002).

Segundo Sabanés (2002), há divergências quanto ao início dos primeiros projetos de microbacias no Brasil, pois alguns autores consideram que ocorreu no estado de Pernambuco em 1946, enquanto outros consideram que os começaram no estado do Paraná em 1978; todavia, o planejamento em microbacias assumiu real projeção nacional com o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH), implantado em 1987, visando melhorar o nível da renda e condições de vida para população rural brasileira. O programa estendeu-se até 1990 e tinha como meta atuar em 4.000 microbacias hidrográficas em todo o país. O programa terminou com o governo Sarney, dado que não tinha técnicos específicos, nem estrutura e recursos próprios para se manter.

No estado de São Paulo foi instituído pelo Decreto 27.329, de 03 de setembro de 1987, o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMH); tendo como principais objetivos a conservação dos recursos naturais, especialmente solo e água, e a organização rural da propriedade. Em 1997, o governo do estado negociou com o Banco Mundial um acordo de empréstimo com o objetivo de financiar o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. Para tanto, foi necessária uma reorganização do seu objetivo, que passou a ser o de promover o desenvolvimento rural sustentável no estado de São Paulo - entendendo-se por desenvolvimento o aumento do bem-estar das populações rurais, através da implantação de sistemas de produção agropecuária que viessem a garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental, com plena participação e envolvimento dos beneficiários e da sociedade civil organizada. Um dos principais impactos do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas foi o fortalecimento da rede de assistência técnica e extensão rural, formado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e pelos municípios, com investimentos em infra-estrutura, equipamentos e capacitação (técnicos, membros de conselhos municipais, dirigentes e membros de associações de produtores, agentes ambientais, professores) que permitiu dotar os municípios de capacidade para garantir a integração e eficácia de políticas públicas para o desenvolvimento rural sustentável (CATI, 2008).

Segundo dados da CATI (2008), até agosto de 2007 havia 514 municípios envolvidos no Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas; 966 microbacias trabalhadas, com uma área de quase quatro milhões de hectares; e 70 mil famílias envolvidas.

### **3.3 Impactos socioambientais e potenciais**

O processo de urbanização das microbacias hidrográficas, na maioria dos municípios brasileiros, ocorreu de maneira desordenada, devido à inexistência de planejamento, ocasionando inúmeros impactos ambientais, destacando-se: alterações na hidrologia e

geomorfologia dos cursos d'água; lançamento de efluentes industriais e domésticos, em geral sem tratamento adequado; disposição incorreta dos resíduos sólidos; degradação das margens dos cursos d'água pela retirada da mata ciliar; degradação progressiva das áreas de mananciais; implantação de loteamentos irregulares; ocupação do solo incompatíveis com a capacidade de suporte do meio; ilhas de calor; redução da biodiversidade; proliferação de fauna urbana; e disseminação de doenças urbanas como a cólera, leptospirose e dengue. (BRAGA & CARVALHO, 2003).

A ocupação desordenada do território cria o que Mendonça (2004) chama de cidade informal, ou seja, assentamentos de grupos de pessoas em áreas ilegais, áreas de preservação permanente, áreas públicas e privadas ociosas. Isso ocorre devido à especulação imobiliária que supervaloriza lotes em áreas centrais, tornando-os inacessíveis à maioria da população, que se estabelece nas periferias.

Essas áreas geralmente são carentes de infra-estrutura como sistemas de saneamento ambiental (tratamento de água e esgoto e coleta de lixo), escolas, postos de saúde, gerando ambientes que atestam estágios diferenciados e particularmente aprofundados de degradação do ambiente e das condições e qualidade de vida da população.

Um agravamento à qualidade de vida na cidade informal é a sua localização, freqüentemente em áreas sujeitas aos perigos naturais, como enchentes e deslizamentos, e aos perigos tecnológicos, como contaminação e explosões.

Segundo Confalonieri (2003), a população assentada na cidade informal está sujeita a riscos ambientais eventuais e permanentes, sem capacidade humana para preparar-se e recuperar-se dos desastres.

O quadro catastrófico que os municípios brasileiros apresentam é reflexo de idealizações que surgiram na República Velha, vislumbrando que o progresso e a modernização estavam nas cidades onde o futuro já havia chegado, então era só vir até elas e desfrutar de idéias como emprego pleno, assistência social providenciada pelo estado, lazer, novas oportunidades para os filhos (VIEIRA 2002). No final do século XX, a imagem das cidades brasileiras estava associada à poluição, crianças abandonadas, tráfego caótico, enchentes, entre outros males. Como consequência, verifica-se a formação de um perigoso e complexo ciclo vicioso: crescimento desigual sem geração de emprego, criação de grandes bolsões de pobreza e miséria nas cidades, exclusão social e ambiental, aumento da violência e criminalidade, descrença e desconfiança em relação às instituições públicas e políticas e, por fim, a insustentabilidade social e ambiental.

### 3.4 Indicadores socioeconômicos e ambientais

Segundo Ramos (1997), os indicadores constituem um tipo de ferramenta metodológica que permite transmitir uma informação técnica de uma forma sintética, preservando o significado original dos dados, utilizando apenas variáveis que melhor representam os objetivos em questão, e não todas as que possam ser medidas e/ou analisadas. Além de simplificar informações sobre fenômenos complexos, melhora a comunicação com a população.

Os indicadores são formados por um conjunto de variáveis ou parâmetros, enquanto os índices são formados por categorias de indicadores, podendo variar de uma a algumas categorias, como por exemplo o índice de sustentabilidade ambiental (*Environmental Sustainability Index*), apresentado no Fórum Mundial por pesquisadores das universidades americanas de Yale e Columbia. Esse índice é composto por 76 variáveis, distribuídas em 21 indicadores, agrupados em 5 categorias, resultando em um índice que varia de 0 a 100, sendo 100 a melhor avaliação (MARTINS *et al*, 2006).

Marn (1995) *apud* Ramos (1997), da mesma forma que, Martins *et al* (2006), entendem que os parâmetros, dados originais e analisados, agrupados, formam os indicadores e, estes agrupados ou não, formam os subíndices e/ou os índices, dependendo da forma de agregação dos indicadores.

Ramos (1997) conceitua esses termos da seguinte forma:

a) Parâmetros – *“correspondem à grandeza que pode ser medida com precisão ou avaliada qualitativamente, e que se considera relevante para avaliação dos sistemas ambientais”*;

b) Indicadores – *“parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si, sendo de especial pertinência para refletir determinadas condições ambientais (normalmente são utilizados com pré-tratamento, isto é, são efetuados tratamentos com relação aos dados originais, tais como médias aritméticas simples, percentuais, medianas, entre outros)”*;

c) Subíndice – *“constitui uma forma intermédia de agregação entre indicadores e índices; pode utilizar métodos de agregação tais como os discriminados para os índices”*.

d) Índice – *“corresponde a um nível superior de agregação em que, depois de aplicado um método de agregação aos indicadores e/ou aos subíndices, é obtido um valor final; os métodos de agregação podem ser aritméticos (linear, geométrico, mínimo, máximo, aditivo) ou heurísticos (regras de decisão); os algoritmos heurísticos são normalmente*

*preferidos para aplicações de difícil quantificação, enquanto os restantes algoritmos são vocacionados para parâmetros facilmente quantificáveis e comparáveis com padrões”.*

A utilização sistemática em escala mundial de indicadores para medir o desempenho econômico data do final da década de 1950, com a generalização do uso do PIB como indicador do progresso econômico de um país. Já na década de 1960 surgiram medidas que ampliaram a mera concepção econômica retratada pelo PIB, com a utilização do PIB per capita como referencial em paralelo a alguns indicadores sociais, como mortalidade infantil e taxa de analfabetismo. O PIB, indicador de natureza bastante restrita e simplória, ganha força no pós - guerra, pois estava voltado essencialmente para a quantificação de natureza econômica, com destaque para os sistemas de contas nacionais e a mensuração dos agregados macroeconômicos (BRAGA, 2004; GUIMARÃES & JANNUZZI, 2004).

Três décadas após, com o reconhecimento restritivo do PIB, surge o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), para medir o desenvolvimento econômico e humano, sintetizando quatro aspectos: expectativa de vida, taxa de alfabetização, escolaridade e PIB per capita.

A constatação de que o crescimento econômico não era suficiente para promover uma evolução no nível de qualidade de vida da população foi responsável pela busca de novas informações e indicadores capazes de melhor refletir as condições de vida. Entre as várias propostas desenvolvidas, os estudos realizados nos anos 1960 no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento dos Estados Unidos, para a construção de um indicador quantitativo do nível de vida, parecem ser aqueles que mais tarde viriam a influenciar de forma decisiva a definição do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). Nessa época surgem os indicadores de segunda geração (predominantemente compostos), dos quais o IDH desponta como o mais popular (GUIMARÃES & JANNUZZI, 2004).

Índices sintéticos como o PIB e IDH possuem como grande vantagem a comunicação ágil e de grande impacto, assim como a simplicidade de entendimento, o que se tem constituído em um fator muito importante para transmitir seu significado a um público amplo e diversificado (BRAGA, 2004 ; GUIMARÃES & JANNUZZI, 2004). Por outro lado, também apresenta problemas, como por exemplo a média aritmética de três índices mais específicos que captam renda, escolaridade e longevidade. Mesmo que aceite a ausência de outras dimensões do desenvolvimento para as quais ainda não há disponibilidade de indicadores, como ambiental, cívica e cultural, é duvidoso que seja essa média aritmética a que melhor revele o grau de desenvolvimento atingido por uma determinada coletividade

(GUIMARÃES & JANNUZZI, 2004). Outro problema apontado pelos autores é que o processo de medição do desenvolvimento humano é baseado em grandes médias nacionais, que terminam por ocultar as disparidades existentes no interior de cada país. Para Braga (2004), tanto o PIB como o IDH, por não mensurarem as questões ambientais, são inadequados para medida de desenvolvimento sustentável.

Segundo Walker *et al* (1996) *apud* Leonardo (2003), os indicadores ambientais são atributos mensuráveis que podem ser monitorados via observações de campo, amostragem de campo, sensoriamento remoto, compilação de dados pré-existentes ou combinação desses métodos. Dessa forma, a saúde ou a integridade de uma microbacia podem ser personificadas.

Os conceitos de saúde e integridade não são sinônimos. O estado íntegro é a condição decorrente da evolução natural do ecossistema, ou seja, é o resultado da integração natural da microbacia na paisagem, ao longo do processo evolutivo. Já a saúde da microbacia deve ser entendida como uma condição viável, um estado sustentável de equilíbrio dinâmico, compatível com a necessidade de uso dos recursos naturais para a produção de bens que satisfaçam as demandas da sociedade. Assim pode-se alterar o estado de integridade, tornando possível ao sistema a possibilidade de se manter produtivo ao longo do tempo e de minimizar impactos ambientais (LIMA & ZAKIA, 2006).

Segundo Walker *et al* (1996) *apud* Leonardo (2003), os indicadores que personificam um aspecto particular do componente de interesse devem ser precisos e exatos, servindo para assimilar mudanças desejáveis ou indesejáveis que tenham ocorrido, ou que possam ocorrer no futuro. Esses indicadores são:

- Indicadores de concordância: avaliam desvios a partir de condições previamente definidas ou a partir de limites aceitáveis;

- Indicadores de diagnóstico: identificam as causas dos desvios a partir desses mesmos limites aceitáveis;

- Indicadores preventivos: assinalam tendências declinantes de determinadas condições.

Os indicadores da microbacia hidrográfica são atributos mensuráveis que integram respostas globais, ou uma resposta que possibilita fazer inferências sobre a saúde da microbacia, mas não apontam o local de ação imediata, isto é, as áreas críticas para onde devam ser feitas as reorientações, por exemplo, no manejo. Enquadram-se nessa categoria a condutividade elétrica da água, a área total da microbacia coberta por floresta, a condição do ecossistema ripário, a adequação do sistema viário, entre outros.

Para Lima & Zakia (2006), a saúde da microbacia pode ser avaliada em relação a sua capacidade de sustentar pelo menos os seguintes atributos ou indicadores:

- Processos hidrológicos: regime de vazão, quantidade e qualidade de água;
- Biogeoquímica: indicador de manutenção do seu potencial produtivo ao longo do tempo, ou seja, indicador da manutenção da capacidade de suporte do solo;
- Biodiversidade ao longo da paisagem: levar em conta as condições da mata ciliar, das zonas ripárias e a distribuição das reservas de vegetação natural, relacionadas com a resiliência e estabilidade da microbacia.

Para Revenga *et al* (1998) *apud* Tundisi (2006), a avaliação da qualidade da bacia hidrográfica pode fornecer um indicador fundamental para a identificação da condição e da vulnerabilidade das bacias hidrográficas, constituindo uma ferramenta importante para a gestão e planejamento dessas regiões biogeofísicas. Os principais indicadores geralmente são:

- Estado de conservação da bacia (percentual de áreas de vegetação primitiva, áreas de cultura, urbanização, preservação de áreas alagáveis);
- Estado de preservação dos rios; qualidade das águas dos mananciais, contaminação por poluentes tóxicos e poluentes convencionais;
- Diversidade e estado da contaminação da biota.

Para caracterizar a vulnerabilidade da bacia são utilizados os seguintes indicadores:

- Espécies aquáticas em risco;
- Carga de poluentes tóxicos;
- Carga de poluentes convencionais, especialmente N e P;
- Potencial de drenagem urbana;
- Potencial de drenagem agrícola.

O processo de desenvolvimento e a escolha dos indicadores são orientados inicialmente pelas observações dos processos ecológicos que imperam em uma escala espacial da paisagem, associados ao que se pretende obter de informações. Portanto, esses indicadores não são pré-estabelecidos, mais sim utilizados conforme os objetivos do pesquisador.

Indicadores ambientais imprescindíveis para o diagnóstico de “saúde” das bacias hidrográficas são aqueles capazes de qualificar a qualidade das águas superficiais, pois a qualidade de um ambiente aquático pode ser definido segundo a presença de substâncias orgânicas e inorgânicas, em diferentes concentrações e especiações, e ainda pela composição e estrutura da biota aquática presente no corpo d’água. A qualidade das águas superficiais

depende do clima, solo e vegetação da bacia, do ecossistema aquático e da interferência do homem (MEYBECK & HELMER, 1992 *apud* BARRELLA, 2001).

A expressão “qualidade da água” não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto, mas sim a um padrão tão próximo quanto o possível do natural, isto é, tal como se encontram nas nascentes, antes de contato com o homem (BRANCO 1991, *apud* BARRELLA, 2001)

A qualidade da água não tem um padrão definido, ou seja, único para todos os tipos de uso, mas sim um grau de qualidade para cada tipo de uso; a água para irrigação, por exemplo, não precisa necessariamente ter a mesma qualidade da utilizada para abastecimento público, e a usada na para limpeza de quintais não necessita ter o mesmo tratamento da água de abastecimento doméstico.

Devido à crescente degradação da qualidade das águas, é necessário que se ampliem as redes de monitoramento, visando à identificação de fontes de poluição e contaminação, permitindo a aplicação de intervenções que garantam a qualidade e os usos múltiplos desse recurso.

Para Benetti & Bidone (1997), a implantação de uma rede de monitoramento de qualidade da água pode ter os seguintes objetivos:

- avaliação da qualidade da água para determinar sua adequabilidade para os usos propostos;
- acompanhar a evolução da qualidade do manancial ao longo do tempo, como reflexo do uso do solo da bacia e de medidas de controle da poluição adotadas;
- avaliação do ambiente aquático como um todo, considerando, além da água, sedimentos e material biológico.

Em função dos objetivos do monitoramento, deve ser determinada a localização dos pontos de amostragem, material a ser coletado, parâmetros a serem utilizados, período e frequência de amostragem. Os pontos de coleta de água são estabelecidos principalmente para verificar o impacto das fontes de poluição, ou se a qualidade é adequada ao uso pretendido, por isso é aconselhável a escolha de um “ponto branco”, um local que não sofreu impactos de atividades humanas.

Segundo Rörig (2005), o monitoramento da qualidade das águas de rios começou por volta de 1890 em alguns poucos rios europeus, como o Tamisa e o Sena, que estavam poluídos por dejetos domésticos não tratados. O monitoramento bastante simples se restringia a medições de oxigênio dissolvido, pH e coliformes fecais. Com a diversificação dos usos da

terra e da água, houve um aumento correspondente no número de parâmetros de qualidade da água, possibilitado por avanços de técnicas analíticas. Atualmente, as listas oficiais de indicadores de qualidade excedem 100 itens na Comunidade Européia, na agência Estadunidense de Proteção Ambiental e, inclusive, nas resoluções brasileiras sobre o tema. A resolução CONAMA n.º 357, de 17/03/2005, classifica as águas doces em três classes, e seus usos são destinados conforme o padrão e condições de cada uma delas. Essa resolução também define as normas e os padrões de lançamento de efluentes em corpos d'água. Devido à grande quantidade de indicadores é permitido o monitoramento dos corpos d'água, identificando as fontes poluidoras que possam estar degradando a água, assim como determinando as bacias hidrográficas em que a condição dos seus corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, e estabelecendo metas que possam recuperar a qualidade da água.

Em 1974, a CETESB iniciou a operação da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. As informações obtidas possibilitam o conhecimento das condições reinantes dos principais rios e reservatórios das 22 UGRHIs do estado de São Paulo. A rede básica conta 154 pontos de amostragem de água (TABELA 6) e 18 de sedimento, sendo que os principais objetivos das redes de amostragem são:

- avaliar a evolução da qualidade das águas doces;
- propiciar o levantamento das áreas prioritárias para o controle da poluição das águas;
- identificar trechos de rios onde a qualidade da água possa estar mais degradada, possibilitando ações preventivas e de controle;
- subsidiar o diagnóstico da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público e outros usos; e
- dar subsídio técnico para a elaboração dos Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, realizados pelo Comitê de Bacias Hidrográficas.

TABELA 04 – Número de pontos de amostragem pertencentes a cada UGRHIs

<b>N.º da UGRHI</b>	<b>Nome da UGRHI</b>	<b>N.º de Pontos de Amostragem</b>
1	Mantiqueira	01
2	Paraíba do Sul	13
3	Litoral Norte	03
4	Pardo	04
5	Piracicaba,Capivari e Jundiaí	22
6	Alto Tietê	41
7	Baixada Santista	06
8	Sapucaí/Grande	04
9	Mogi – Guaçu	04
10	Sorocaba/Médio Tietê	14
11	Ribeira do Iguape/Litoral Sul	06
12	Baixo Pardo/Grande	01
13	Tietê/Jacaré	04
14	Alto Paranapanema	04
15	Turvo/Grande	07
16	Tietê/Batalha	02
17	Médio Paranapanema	02
18	São José dos Dourados	01
19	Baixo Tietê	04
20	Aguapeí	02
21	Peixe	02
22	Pontal do Paranapanema	04

Fonte: TUNDISI, 2003.

Os vários processos que controlam a qualidade de água de um rio fazem parte de um complexo equilíbrio, motivo pelo qual qualquer alteração na bacia hidrográfica pode acarretar

modificações significativas, sendo as características físicas e químicas da água de um rio, indicadores de “saúde” do ecossistema terrestre, que podem ser utilizadas para o controle e monitoramento das atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica (MARGALEF, 1994).

Várias características físicas, químicas e biológicas podem ser consideradas importantes no meio aquático. A condição do meio ambiente aquático é identificada por essas características, denominadas muitas vezes de parâmetros ambientais ou de qualidade da água.

Outro instrumento utilizado para diagnosticar as condições e os fatores que imperam sobre as mudanças no ambiente é o geoprocessamento, amplamente utilizado pelas ciências ambientais, o qual permite sobrepor informações socioeconômicas e ambientais que ajudam a nortear a gestão e o planejamento. Segundo Câmara & Monteiro (2001), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações para um objeto específico. As atividades envolvendo o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos, mais comumente chamados de Sistema de Informação Geográfica (SIG). O geoprocessamento é uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. Ainda que “o espaço é uma linguagem comum” para as diferentes disciplinas do conhecimento, as definições de SIG são influenciadas pela formação de seus autores, refletindo a multiplicidade de usos e visões possíveis dessa tecnologia.

Um SIG pode ser definido como um sistema com capacidade de adquirir, armazenar, tratar, integrar, processar, recuperar, transformar, manipular, modelar, atualizar, analisar e exibir informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanumérico (ROCHA 2000 *apud* PAZINI & MONTANHA, 2005).

Na análise da bacia de drenagem, a incorporação de uma base de dados em um SIG ajuda a formulação da diagnose ambiental, tendo em vista a grande quantidade de informações trabalhadas e de dados gerados, otimizados pela automação dos sistemas atualmente disponíveis. Além disso, o conhecimento das características ambientais de uma área é auxiliado pela realização de consultas e análises espaciais com o uso do geoprocessamento, permitindo a identificação de impactos causados pelas diferentes atividades humanas (TEIXEIRA & CRUZ, 2005).

Os SIG permitem mesclar informações de banco de dados econômicos, sociais e ambientais que ocorram em um mesmo espaço, permitindo a visualização dos fatores que

prevalecem no ambiente, tornando-se para os gestores municipais ferramenta imprescindível na visualização de problemas, e consequentemente na aplicação de decisões que possam mitigá-los.

### **3.4.1 Indicadores de sustentabilidade**

O conceito de sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, embora utilizado de forma ampla nas últimas décadas, a ponto de se tornar referência obrigatória em debates acadêmicos, políticos e culturais, está longe de apresentar significado consensual (BRAGA, 2004).

O desenvolvimento sustentável não deve apenas garantir o uso racional dos recursos naturais, de modo que gerações futuras tenham o direito de utilizá-los para promover seu próprio desenvolvimento. Deve ser capaz de melhorar as condições ambientais, minimizar a degradação oriunda de atividades antrópicas, reduzir as desigualdades sociais e garantir aos habitantes condições básicas de vida, bem como um ambiente saudável e seguro, e ainda consolidar uma política que permita enfrentar desafios presentes e futuros.

Para Uicn *et al.* (1991) *apud* Francisco & Carvalho (2004), o desenvolvimento sustentável apresenta como objetivo melhorar a qualidade de vida humana dentro dos limites da capacidade de suporte dos ecossistemas. Entende-se como capacidade de suporte a capacidade de um ecossistema suportar organismos saudáveis e, ao mesmo tempo, manter a produtividade, adaptabilidade e capacidade de renovação

O princípio da sustentabilidade implica, assim, a utilização dos recursos renováveis a taxas iguais ou inferiores a sua regeneração, ou seja, se um sistema utiliza recursos acima da taxa de reposição ou da capacidade de assimilação natural, não há garantia de sustentabilidade (FERRÃO, 1998 *apud* FRANCISCO & CARVALHO, 2004).

Esse conceito está representado por pontos dispostos entre os eixos das escalas espacial e temporal, caracterizando a permanente construção e reconstrução do conceito, assim como a mobilidade em relação à aproximação, ao distanciamento e ao posicionamento no espaço dos pontos que representam os recursos naturais, crescimento econômico, equidade social e políticas ambientais.

As dimensões sociais, ambientais, econômicas e institucionais articulam-se, formando uma pirâmide que varia no tempo e no espaço, sempre estando no ápice da pirâmide a dimensão da sustentabilidade mais importante para suprir os anseios das sociedades. É evidente que cada nação possui sua própria pirâmide com as dimensões da sustentabilidade variando no tempo e espaço, pois as necessidades das sociedades de diferentes países variam

de acordo com o nível de desenvolvimento em que se encontram. As dimensões podem variar, ainda, dentro de uma mesma nação, ou seja, entre os estados, assim como entre os municípios que compõem os estados e chegando a variar até mesmo entre pequenas unidades do ecossistema que compõem os municípios, as denominadas microbacias hidrográficas (FIGURA 05).

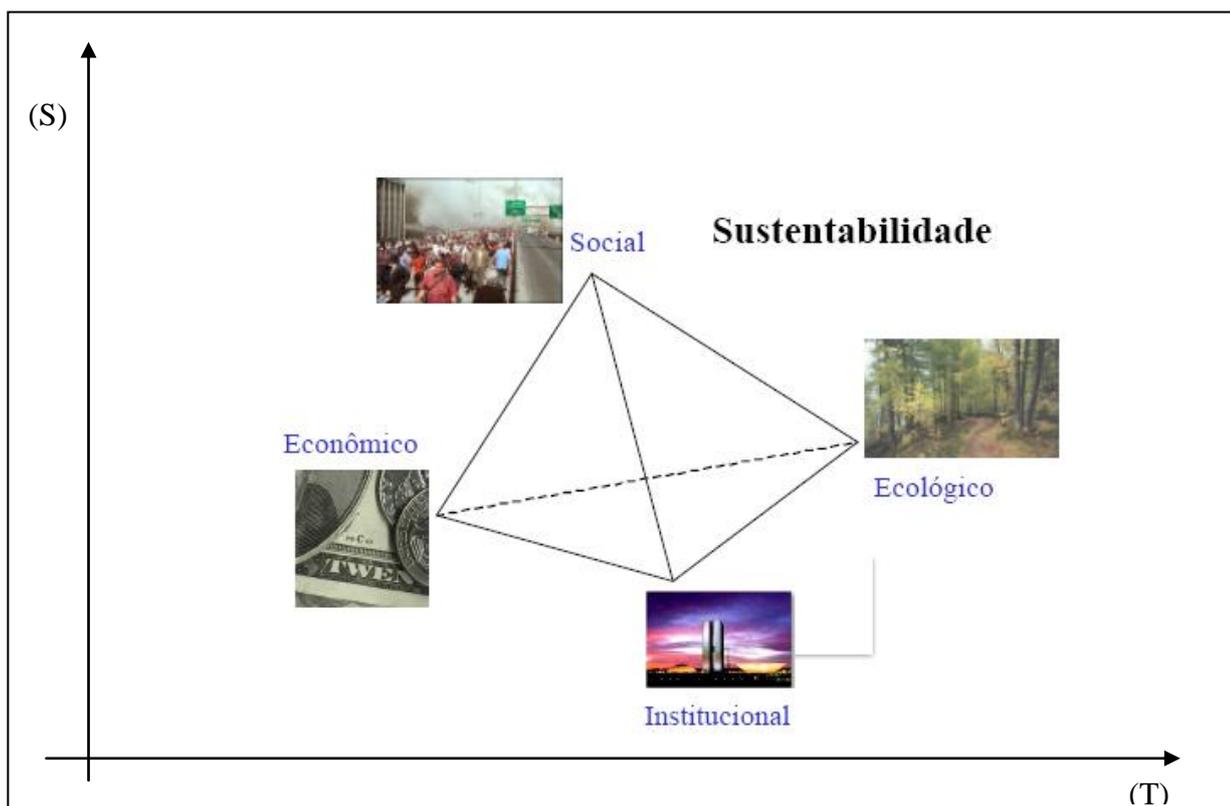


FIGURA 05 - Pirâmide da sustentabilidade variando no tempo e espaço. Fonte: Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília (2006) modificado.

A Agenda 21, nos seus 40 capítulos, apresenta diretrizes para elaboração de um modelo de desenvolvimento que considere a sustentabilidade do manejo dos recursos naturais e da biodiversidade, equitativo nas relações econômicas internacionais e na distribuição da riqueza nacional, economicamente viável e que obtenha aceitação de todos os segmentos da sociedade (POLIDORO, 2000).

Para atender às demandas oriundas da Agenda 21, criou-se a comissão sobre Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. Uma das necessidades manifestadas por essa comissão foi a de se estabelecer um conjunto de padrões para medir esse progresso. Neste sentido, firmou-se um compromisso, no âmbito das Nações Unidas, para identificar conjuntos de indicadores, definir estruturas para organizá-los, descrever metodologias, testá-

los no contexto internacional e promover treinamentos relativos ao seu uso (SERRA, 2002). No que tange ao Brasil, a construção de seu conjunto de indicadores de desenvolvimento sustentável esteve a cargo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que os agregou quanto às Unidades da Federação. Foram produzidos 50 indicadores organizados nas dimensões social, ambiental, econômica e institucional, compreendendo os seguintes temas: equidade social, saúde, educação, população, habitação, segurança, atmosfera, terra, oceanos, mares e áreas costeiras, biodiversidade, saneamento, estrutura econômica, padrões de produção e consumo, estrutura e capacidade institucional.

Para Braga (2004) as tentativas de construção de indicadores ambientais e de sustentabilidade seguem três vertentes:

a) Biocêntrica: busca por indicadores biológicos, físico-químicos ou energéticos de equilíbrio ecológico de ecossistemas;

b) Econômica: consiste em avaliações monetárias do capital natural e do uso de recursos naturais;

c) Socioeconômico – ambiental: busca construir indicadores que combinem aspectos do ecossistema natural, aspectos do sistema econômico e da qualidade de vida humana e, em alguns casos, também são aspectos políticos, culturais e institucionais.

Segundo Braga (2004) e Serra (2002), os indicadores de terceira vertente são modelos de interação atividade antrópica e meio ambiente. O modelo Pressão–Estado–Resposta da *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) é o mais aceito em nível mundial, pela sua simplicidade, facilidade de uso e possibilidade de aplicação em diferentes níveis, escalas e atividades humanas. Funcionam como um ciclo, ou seja, as atividades humanas causam pressões sobre o ambiente, alterando seu funcionamento e conseqüentemente a quantidade e qualidade dos recursos naturais. A sociedade responde a essas mudanças através de políticas ambientais, econômicas e setoriais, fechando o ciclo (FIGURA 06).

Os indicadores podem ser classificados da seguinte forma:

a) Pressão: visam mensurar as pressões antrópicas sobre o meio ambiente;

b) Estado: visam descrever a situação presente, física ou biológica, dos sistemas naturais;

c) Resposta: buscam avaliar a qualidade das políticas e acordos formulados para responder aos impactos antrópicos e minimizá-los.

Os temas propostos pela OECD são: mudança climática, redução da camada de ozônio, eutrofização, acidificação, contaminação tóxica, qualidade ambiental urbana, biodiversidade, paisagem, resíduos, recursos hídricos, recursos florestais, recursos pesqueiros, degradação do solo (desertificação e erosão) e outros indicadores não atribuídos a temas específicos. Ressalte-se que a listagem não é necessariamente final nem exaustiva, pelo contrário, trata-se de uma listagem flexível que permite incluir ou abandonar temas de acordo com sua relevância (OECD, 1993 *apud* SERRA, 2002).

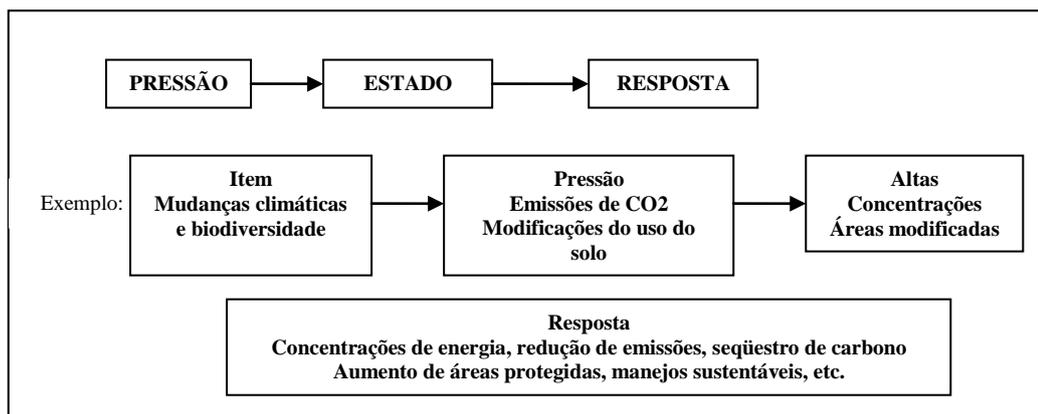


FIGURA 06 – Exemplo de utilização de indicadores de terceira vertente. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília (2006)

A Comissão das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável adota em 1995 o modelo Força Motriz-Estado-Resposta, como instrumento para organizar a informação sobre desenvolvimento sustentável e produzir, apresentar e analisar indicadores de desenvolvimento sustentável (SERRA, 2002). Esse modelo deriva da abordagem Pressão-Estado-Resposta da OECD e permite melhor inclusão de variáveis não ambientais, a substituição do termo pressão, do modelo da OECD, pelo termo forças motrizes motivada pelo desejo de se incluir indicadores econômicos, sociais e institucionais (RIGBY *et al*, 2000 *apud* SERRA, 2002).

Serra (2002) define assim os indicadores:

- a) Força Motriz: refere-se à atividade humana, processos e padrões que exercem impactos sobre o desenvolvimento sustentável;
- b) Estado: refere-se ao estado do desenvolvimento sustentável;
- c) Resposta: medidas políticas e outras respostas às mudanças no desenvolvimento sustentável.

Mensurar a sustentabilidade requer a integração de um número considerável de informações advindas de uma pluralidade de disciplinas e áreas do conhecimento. Comunicar tal riqueza de informações, de forma coerente à população não especialista, se torna um

grande desafio, o qual se converte em expectativa pela produção de um sistema de indicadores enxutos (índices sintéticos), capazes de comunicar realidades complexas de forma resumida (BRAGA, 2004).

Os indicadores de sustentabilidade devem refletir as dimensões econômica, social e ambiental da microbacia, todavia alguns cuidados devem ser observados, pois a média dos índices econômicos, sociais e ambientais pode camuflar a realidade de uma das dimensões, ou seja, se o Produto Interno Bruto (PIB) e/ou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) apresentarem valores excelentes e a dimensão ambiental um índice ruim, a média ficaria em um índice bom, camuflando ou minimizando os problemas ambientais. O mesmo aconteceria se o PIB e/ou o IDH forem ruins e o índice ambiental for muito bom, pois os problemas econômicos e sociais serão minimizadas pelo excelente índice ambiental. Outro fator importante de se observar é a grande quantidade de indicadores ambientais que existem; dessa forma, seria difícil saber quais seriam os mais recomendados, visto que as características ambientais, as atividades impactantes e os sistemas de saneamento ambiental são heterogêneos ao longo do território. Por fim, é importante que o monitoramento dos parâmetros estabelecidos para calcular o Indicador de Sustentabilidade (IS) sejam preditivos, permitindo aos gestores municipais e à Agência de Bacias Hidrográficas otimizar a utilização de recursos, através da visualização de problemas e a elaboração de estratégias para saná-los, assim como de fácil interpretação para a população. Portanto, o desenvolvimento de indicadores é algo complexo e importante, e deve ser desenvolvidos por equipes multidisciplinares que consigam convergir de forma interdisciplinar, garantindo que o IS possa representar de maneira fidedigna as dimensões econômicas, sociais e ambientais da microbacia hidrográfica.

Uma importante revisão bibliográfica sobre o conceito de sustentabilidade e a aplicabilidade de indicadores de sustentabilidade pode ser estudada em Corrêa (2007).

Segundo Bossel (1999) *apud* Corrêa (2007), a seleção de indicadores de sustentabilidade deve ser realizada em processo participativo contemplando os seguintes aspectos:

- Sistema Humano (capital humano);
- Sistema Suporte (capital estrutural ou construído); e
- Sistema Natural (capital natural).

Segundo o autor, dentre esses sistemas existem os seguintes subsistemas: desenvolvimento individual, sistema social, governo, infra-estrutura, sistema econômico e recursos, sendo que, esses interligam-se entre si.

De acordo com Bossel (1999) *apud* Corrêa (2007), os aspectos a serem considerados na seleção e busca dos indicadores de sustentabilidade são:

- diretrizes para elaboração de políticas e tomada de decisão em todos os níveis;
- representação de todas as preocupações, devendo seu processo de seleção ser realizado em método sistemático que reconheça as interações entre os sistemas e seu meio ambiente;
- número de indicadores reduzido, contudo não menor que o necessário para que seja compreensível e compactado, abrangendo todos os aspectos relevantes;
- processo de escolha de indicadores participativo para assegurar que todos os pontos de vista e valores tenham sido contemplados;
- indicadores definidos com clareza, para não provocar ambigüidade, ser práticos, reproduzíveis e compreensíveis, que reflitam os interesses e opiniões dos diferentes tomadores de decisão;
- apresentação da visão sobre a viabilidade e sustentabilidade atual do sistema e permitir a comparação com outros sistemas;
- método de seleção, processo e critérios devem ser definidos preliminarmente.

#### **4 ÁREA DE ESTUDO**

Araraquara localiza-se na região central do estado de São Paulo, a 270 km da capital. O município é sede da 12.<sup>a</sup> região administrativa do Estado de São Paulo, limita-se ao norte com os municípios de Ribeirão Preto e Pradópolis, a nordeste com Américo Brasiliense, Rincão e Santa Lúcia, a leste com São Carlos, a sudeste com Ibaté, ao sul com Boa Esperança do Sul e Ribeirão Bonito, a sudeste com Nova Europa e Gavião Peixoto e a nordeste com Dobrada e Guariba.

A economia do município está alicerçada basicamente na agroindústria da cana-de-açúcar e laranja. O setor sucroalcooleiro é formado por três indústrias de açúcar e álcool, enquanto na produção de suco cítrico o município conta com a maior empresa produtora do país. Destacam-se ainda no parque industrial os setores mecânicos, metalúrgico, têxtil, de produtos alimentares e de vestuário (PMA, 2007).

Com relação à atividade comercial, há grande concentração na área central, expandindo-se pelos bairros, num processo de descentralização.

Segundo dados do DAAE (2007), 100% da população é atendida pelo abastecimento de água e 99% por ligações de esgoto. Bizelli (2002) acrescenta que 99% da área urbana possui iluminação pública, mais de 90% das ruas são pavimentadas e 100% da malha urbana é atendida pelo serviço de coleta de lixo.

Araraquara oferece boa qualidade de vida no que se refere às áreas verdes, pois possui 105 praças, ruas bem arborizadas além de um bosque natural, localizado dentro da área urbana (Parque Ecológico do Pinheirinho). O município possui 34,2 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, indicador bastante adequado, segundo parâmetros preconizados pela ONU (12 m<sup>2</sup>/hab) (VALE, 2005).

O município conta com excelente infra-estrutura nas áreas de saúde e da educação, que eleva as condições socioeconômicas da população e o colocam na 133.<sup>a</sup> na posição

nacional de IDH–M. Os principais indicadores socioeconômicos do município de Araraquara (SP) podem ser observados na TABELA 05.

TABELA 05 – Indicadores socioeconômicos do município de Araraquara (SP)

<b>INDICADORES SOCIOECONÔMICOS</b>	
Crescimento demográfico (1996-2000)	1,4
Esperança de vida ao nascer (2000)	72,166
Coefficiente de mortalidade infantil (2002)	11/1000 NV
Índice de Desenvolvimento do Município (IDH-M)	0,830
Classificação nacional (IDH-M)	133
IDHM Longevidade	0,786
IDHM Educação	0,915
IDHM Renda	0,789
Renda per capita	R\$ 441,87
Taxa de alfabetização de adultos	0,948
Taxa bruta de frequência escolar	0,850
Hospitais (2000)	4
Leitos hospitalares (2000)	755

Fonte: IBGE 2000.

A sede municipal possui uma população estimada em 200.000 habitantes, com área de 1006 km<sup>2</sup> e cerca de 80 km<sup>2</sup> ocupados pelo espaço urbano, possuindo altitude média de 646 m com máxima de 715 m e mínima de 600 m, portanto com um desnível máximo na área urbana de 115 m, sendo cortada por dois cursos d'água principais, que seguem relativamente paralelos no sentido nordeste para sudeste, sendo eles o ribeirão do Ouro e o ribeirão das Cruzes (DAAE, 2007).

#### **4.1 Clima**

Segundo a classificação KOPPEN, o clima da região é do tipo CWa, mesotérmico de inverno seco, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C. O total de chuvas do mês mais seco é inferior a 30 mm e a precipitação média anual é de 1332 mm. MARQUES (2002) cita que a temperatura média anual é de 21,70° C a 22,00° C e precipitação média anual entre 1.445 mm e 1.293 mm. O clima é influenciado por massas de ar marítimas e continentais, responsáveis pelas três grandes correntes de perturbação do clima. Dessa forma, a massa Tropical Atlântica provoca instabilidade no verão e no inverno, torna-se instável pelo resfriamento, apresentando tempo bom. A massa de ar Equatorial Continental no período de verão, juntamente com a massa de ar Tropical Continental, são responsáveis pelo calor e umidade, com conseqüente aumento de precipitação. A massa Polar Atlântica, em contato com outras massas intertropicais, provoca ondas de frio no inverno (DAEE 1974 *apud* MARQUES 2002).

#### **4.2 Geologia e pedologia**

De acordo com Meaulo (2004), as formações geológicas do município são: Formação Botucatu (arenito fino e médio) e Formação Serra Geral (basaltos toleíticos), além da predominância de sedimentos da Formação Adamantina. Ocorre também a presença de sedimentos Aluvionares e Cobertura da serra de São Carlos (IPT, 2000).

Os solos da região de Araraquara são predominantemente latossolos vermelhos, subordinados por latossolos vermelho-amarelo e localmente neossolos quartzarênicos. Os latossolos são constituídos de material mineral, apresentam horizonte latossólico e boa drenagem interna. Já os neossolos quartzarênicos são, em geral, essencialmente areno-quartzosos, com atividade coloidal muito baixa, além de baixa capacidade de retenção de nutrientes e água, apresentando elevada erodibilidade (OLIVEIRA, 1959 *apud* MEAULO, 2004). Os seguintes tipos de solo são descritos pelo IPT (2000) para o município: Associação de Latossolo Vermelho-Escuro Álico, Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, Associação de Solos Litólicos, Associação de Planossolo Álico e Associação de Podzólico Vermelho-Amarelo Álico.

#### **4.3 Vegetação**

A vegetação nativa predominante é o Cerrado, que se caracteriza pela fisionomia e composição florística variável. Esse ecossistema é bastante diversificado, apresentando desde formas campestres bem abertas, como os campos limpos de cerrado, até formas relativamente densas, florestais, como os cerradões. Todavia, as atividades agropecuárias, cana-de-açúcar, citricultura e criação de gado mudaram a fisionomia local. Por toda a região encontramos

fragmentos de vegetação nativa, normalmente cercada pela cultura canavieira, um dos resultados da expansão agrícola do Estado de São Paulo, onde as áreas de florestas naturais se encontram reduzidas a fragmentos florestais (PMA, 2007).

#### **4.4 Microbacia do córrego Marivan**

Segundo o Departamento Autônomo de Água e Esgoto do Município de Araraquara (DAAE, 2007), a bacia hidrográfica do rio Jacaré-Guaçu possui o ribeirão das Cruzes e o ribeirão do Ouro como seus afluentes mais importantes. O ribeirão das Cruzes, localizado a noroeste da cidade, possui uma sub-bacia de 173 km<sup>2</sup> dentro do perímetro urbano e recebe a contribuição dos córregos do Marivan, Serralhal, Cupim, Paiol, Laranjal e do ribeirão do Lajeado. É responsável por 30% do abastecimento público do município de Araraquara, desembocando diretamente no rio Jacaré-Guaçu, afluente direto do Rio Tietê.

O córrego Marivan, pequeno afluente do ribeirão das Cruzes, pode contribuir com uma vazão menor que a dos córregos Águas do Paiol, Laranjal e ribeirão do Lajeado, todavia esses se situam à jusante da captação de água do Município de Araraquara, enquanto o córrego Marivan se situa à montante da captação de água, portanto é imprescindível no auxílio do abastecimento de água do município. O córrego do Marivan, localizado a nordeste, integra a sub-bacia do ribeirão das Cruzes, com uma microbacia de aproximadamente 2,1 km<sup>2</sup> e perímetro de 5,37 km.

A localização do município de Araraquara no estado de São Paulo, a malha urbana do município, sua rede hidrográfica e a localização da microbacia do córrego Marivan podem ser observadas na FIGURA 07.

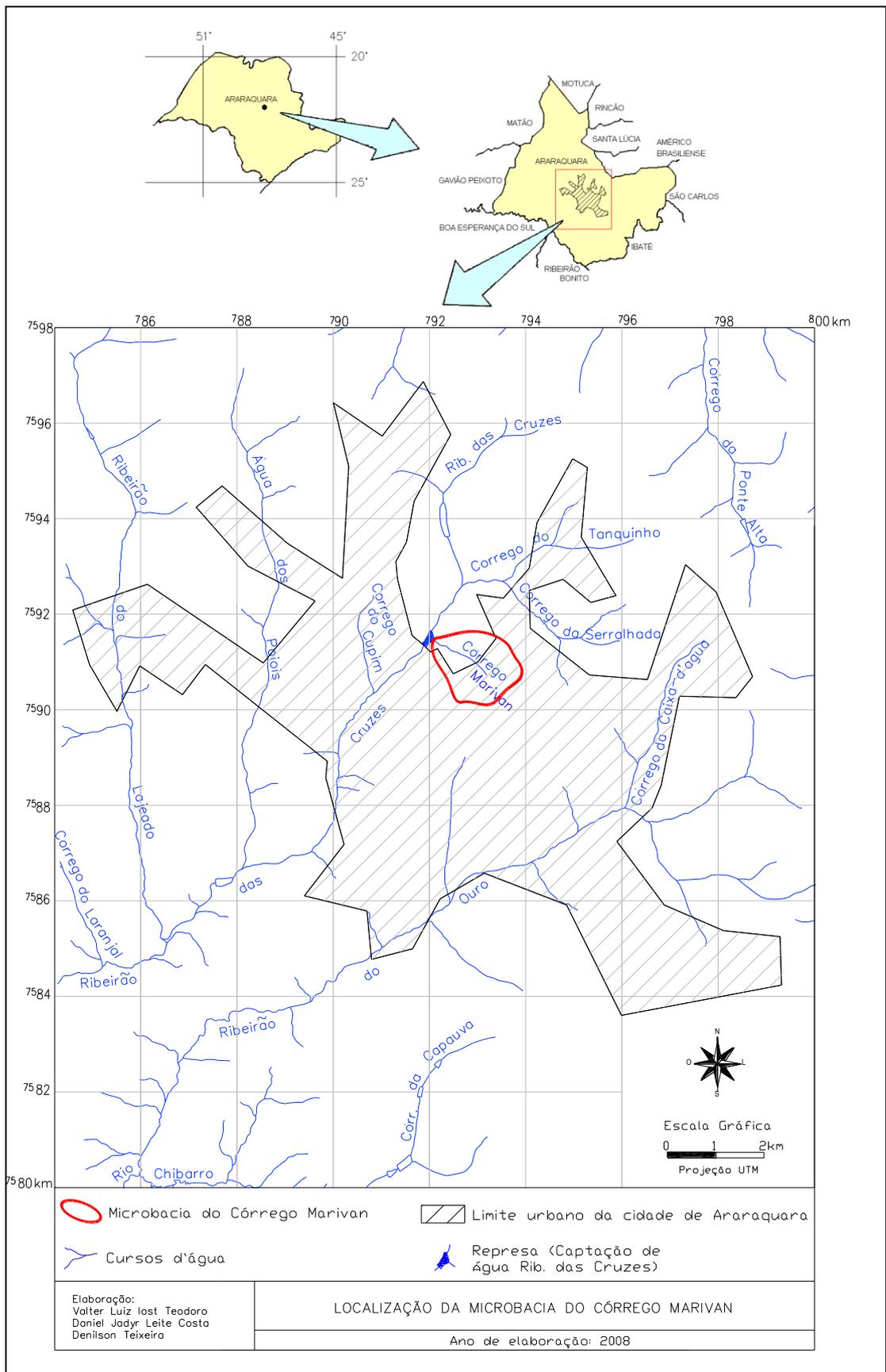


FIGURA 07 - Localização do município de Araraquara no estado de São Paulo, a malha urbana do município, sua rede hidrográfica e a localização da microbacia do córrego Marivan

A microbacia do córrego Marivan apresenta atualmente 70% de sua área urbanizada caracterizada por uma ocupação de fins comerciais e residenciais. A parte restante é ocupada por parcelas de uso rural e áreas de proteção permanente. Esses dados estão em transformação, pois em julho de 2007 parte da área destinada ao uso rural foi desmembrada para implantação de um novo loteamento. Em um curto período de tempo, mais de 70% da área da microbacia será urbanizada e menos de 30% destinada à agricultura e áreas de proteção permanente.

A microbacia é composta pelos seguintes bairros: Vila Velosa, Jardim das Roseiras, Vila Sedenho, Jardim Tinen, Jardim Celiamar, Jardim Marivan, Jardim Adalgisa, Chácaras Reunidas, Jardim Primor, Vila Harmonia, parte do bairro Jorge M. Lauand, parte do bairro Jardim Aclimação e cinco grandes loteamentos (Jd. Vale das Rosas I e Jardim Vale das Rosas II, Jardim das Magnólias I e Jardim das Magnólias II e Jardim das Acácias).

O uso e a ocupação do solo da microbacia do córrego Marivan e os bairros que a compõem podem ser observados na FIGURA 08.

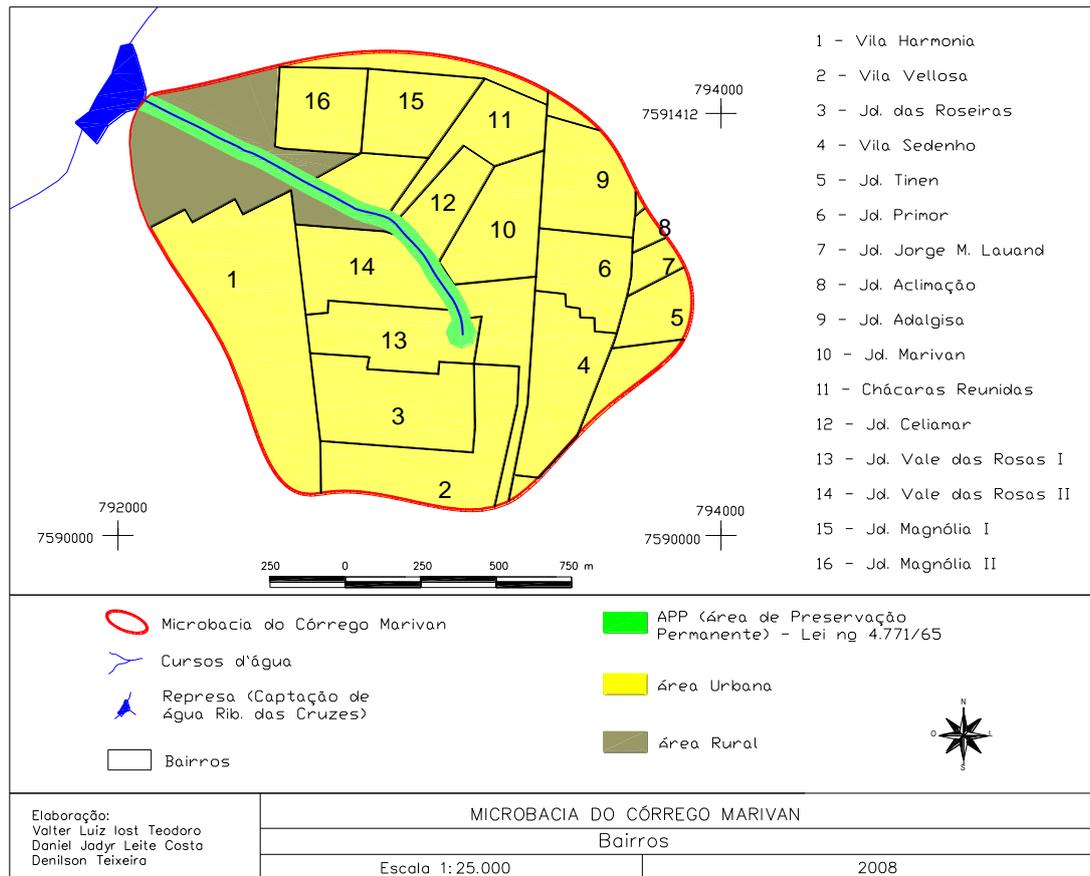


FIGURA 08 – Uso e ocupação do solo e os respectivos bairros da microbacia do Marivan

A microbacia possui dois bosques: bosque do Rotary, com aproximadamente 450 árvores plantadas (Ipê-Amarelo Cascudo, Ipê-Roxo da Mata, Jacarandá de Minas, Jacarandá da Bahia, Pau-D'Alho, Jambolão, Jequitibá-Rosa, Angico-Vermelho, etc) e bosque da Maçonaria, área de reflorestamento, tendo inicialmente 230 espécimes de mudas plantadas (FIGURA 09 e 10 respectivamente) (DAAE, 2005).



FIGURA 09 – Bosque do Rotary. Microbacia do Marivan - Araraquara (SP), 2007



FIGURA 10 – Bosque da Maçonaria. Microbacia do Marivan - Araraquara (SP), 2007

Segundo dados do IBGE do ano de 2000, a população da microbacia era de aproximadamente 4.000 habitantes, distribuídas em 6 setores censitários (83, 84, 85, 86, 87 e 159). A microbacia possui uma Unidade Básica de Saúde (Programa de Saúde da Família) denominada Adolfo Léo. A equipe da unidade é responsável pelo atendimento de 853 famílias cadastradas no Programa de Saúde da Família, que residem dentro dos limites da microbacia do Marivan (DATASUS, 2007).

Na área de educação os munícipes são assistidos pela Escola Estadual de ensino médio Letícia de Godoy Bueno Carvalho Lopes.

A microbacia possui rede de iluminação em toda sua extensão urbana e quase 100% de suas ruas e avenidas pavimentadas, com exceção da avenida Carlos José do Nascimento, localizada na região posterior do Loteamento Magnólia 2 (FIGURA 11). As Avenidas Luiz

Helena de Barros e Afrânio Peixoto e as Ruas Maurício Galli e Emílio Ribas possuem tráfego intenso, pois são importantes na ligação entre grandes bairros periféricos e a área central da cidade.



FIGURA 11 – Trecho da Avenida Carlos José do Nascimento sem pavimentação. Microbacia do Marivan - Araraquara (SP), 2007

Cabe destacar a presença de dois postos de combustíveis situados a montante da nascente do córrego Marivan.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Identificação e mapeamento dos impactos potenciais

Os impactos potenciais foram identificados, registrados e georreferenciados. O equipamento utilizado para a localização espacial foi o GPS Garmim modelo Etrex, e posteriormente a microbacia do córrego Marivan foi delimitada com base em uma carta analógica, cedida pela Prefeitura Municipal de Araraquara (escala 1:3.000). Por fim, gerou-se um mapa temático com os principais impactos ambientais atuais e potenciais, e para sua confecção utilizou-se o software AutoCAD (licença UNIARA).

### 5.2 Caracterização morfométrica da microbacia do córrego Marivan

A partir de uma carta topográfica do IBGE na escala de 1:50.000, foram extraídos dados como: área, perímetro, altitude máxima e mínima, comprimento dos canais principal e secundário, além do número e a ordem dos canais. Esses dados foram utilizados para a caracterização morfométrica da microbacia do córrego Marivan. As variações e equações utilizadas estão descritas a seguir:

**a) Área (Km<sup>2</sup>):** toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal, sendo elemento básico para o cálculo de diversos índices morfométricos (TONELLO, 2005).

**b) Perímetro (km):** comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2005).

**c) Fator de forma:** relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). O fator de forma foi descrito pela seguinte equação (VILLELA & MATTOS 1975):

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Sendo:

**F** = fator de forma

**A** = área

**L** = comprimento do eixo da bacia

**d) Coeficiente de compacidade:** Relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia (CARDOSO *et al*, 2006). Para o trabalho, o coeficiente de compacidade foi calculado na seguinte equação (VILLELA & MATTOS 1975):

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Sendo:

**Kc** = Coeficiente de compacidade

**P** = Perímetro

**A** = Área de drenagem

**e) Índice de circularidade:** Simultaneamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui a medida que a torna alongada, segundo a equação descrita em Cardoso *et al*, 2006:

$$IC = \frac{12,57 \times A}{P^2}$$

Sendo:

**IC** = Índice de circularidade

**A** = Área de drenagem

**P** = Perímetro

**f) Densidade hidrográfica (canais/Km<sup>2</sup>):** é a relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica (CRHISTOFOLETTI, 1969) expressa pela fórmula:

$$Dh = \frac{N}{A}$$

Sendo:

**Dh** = Densidade hidrográfica

**N** = Número de rios ou cursos d'água

**A** = Área da bacia

**g) Variação de altitude (m):** é a diferença existente entre as cotas máxima e mínima na área da bacia hidrográfica.

**h) Ordem dos cursos d'água (ordem):** Consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. A metodologia para descrever a ordem dos cursos d'água da microbacia foi proposta por Arthur N. Strahler, em 1952, onde os menores canais sem tributários são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da

confluência de canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores, assim sucessivamente (GOLDENFUM, 2004).

**i) densidade de drenagem (km/Km<sup>2</sup>)** : Segundo Crhistofolletti (1969), correlaciona-se o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica. Para calcular o comprimento devem ser medidos tanto os rios perenes como os temporários. Neste trabalho se utilizou a metodologia de Horton (1945), calculada pela seguinte equação:

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Sendo:

**Dd** = densidade de drenagem

**Lt** = comprimento total dos rios ou canais

**A** = área da bacia

O comportamento hidrológico das rochas, em um mesmo ambiente climático, vai repercutir a densidade de drenagem, ou seja, onde a infiltração é mais lenta há maior escoamento superficial, gerando possibilidades maiores para esculturação de canais permanentes e, conseqüentemente, densidade de drenagem mais elevada. Segundo o mesmo autor, as densidades de drenagem (km/Km<sup>2</sup>) podem ser classificadas da seguinte forma: (km/Km<sup>2</sup>):

Menor que 7,5 = baixa densidade de drenagem;

Entre 7,5 e 10,0 = média densidade de drenagem;

Maior que 10,0 = alta densidade de drenagem.

**j) Coeficiente de manutenção dos canais (m/m)**: Esse parâmetro conforme Crhistofolletti (1969), fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, sendo considerado um dos índices mais importantes no sistema de drenagem. A equação utilizada para obter o coeficiente de manutenção é:

$$Cm = \frac{1}{Dd} * 1000$$

Sendo:

**Cm** = Coeficiente de manutenção dos canais

**Dd** = Densidade de Drenagem

**k) Gradientes de canais (%)**: é a relação entre a cota máxima e o comprimento do canal principal expresso em porcentagem. A sua finalidade é indicar a declividade dos cursos d'água (ALVES & CASTRO, 2003). A expressão para o cálculo do gradiente dos canais é descrita pelos autores como:

$$Gc = a \max / L (\%)$$

Sendo:

**Gc** = Gradiente de canais

**L** = comprimento do canal principal

**1) Índice de Sinuosidade:** É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (ALVES & CASTRO, 2003). A equação segundo Alves & Castro (2003) para o cálculo do Índice de Sinuosidade está apresentada a seguir:

$$Is = \frac{L}{Dv}$$

Sendo:

**Is** = Índice de Sinuosidade

**L** = Comprimento do canal principal

**Dv** – Distância Vetorial do canal principal

### **5.3 Definição das estações fixas de coleta de água**

As Estações Fixas de Amostragem (EFA) foram estabelecidas para realizar a caracterização da qualidade da água da microbacia do córrego Marivan. As estações foram selecionadas após visitas a campo baseada em critérios como: jusante da nascente; montante e jusante de possíveis fontes de poluição (pontual e difusa); afluentes e acessibilidade ao corpo d'água. Todos os pontos foram georreferenciados e estão apresentados na TABELA 06 e FIGURA 12. O Perfil longitudinal topográfico do córrego Marivan pode ser observado nas FIGURAS 13.

TABELA 06 – Localização e critério de escolha das estações fixas de amostragem para avaliação da qualidade da água na microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP) 03/2007.

Pontos EFA	Localização (UTM)	Elevação (m)	Acuracidade %	Crítérios de escolha
1	22K0793182 – 7590714	663	8,2	Jusante nascente
2	22K0793129 – 7590793	658	10,4	Jusante de erosão
3				Afluente – margem esquerda
4	22K0793097 – 7590820	657	11,2	Encontro afluente com córrego Marivan
5	22K0793037 – 7590904	650	11,4	Jusante queda d'água
6	22K0792742 – 7591165	638	12,3	Assoreamento – fundo arenoso
7	22K0792588 – 7591233	637	11,7	Assoreamento jusante ponte
8	22K0792464 – 7591316	630	9,3	Montante plantação de soja
9	22K0792110 – 7591464	618	29,8	Jusante plantação de soja – próximo à represa de captação
10				Canaleta d'água fazenda Três Irmãs
11	22K 0792014 – 7591439	615	10,0	Encontro das águas do Marivan com a represa de captação

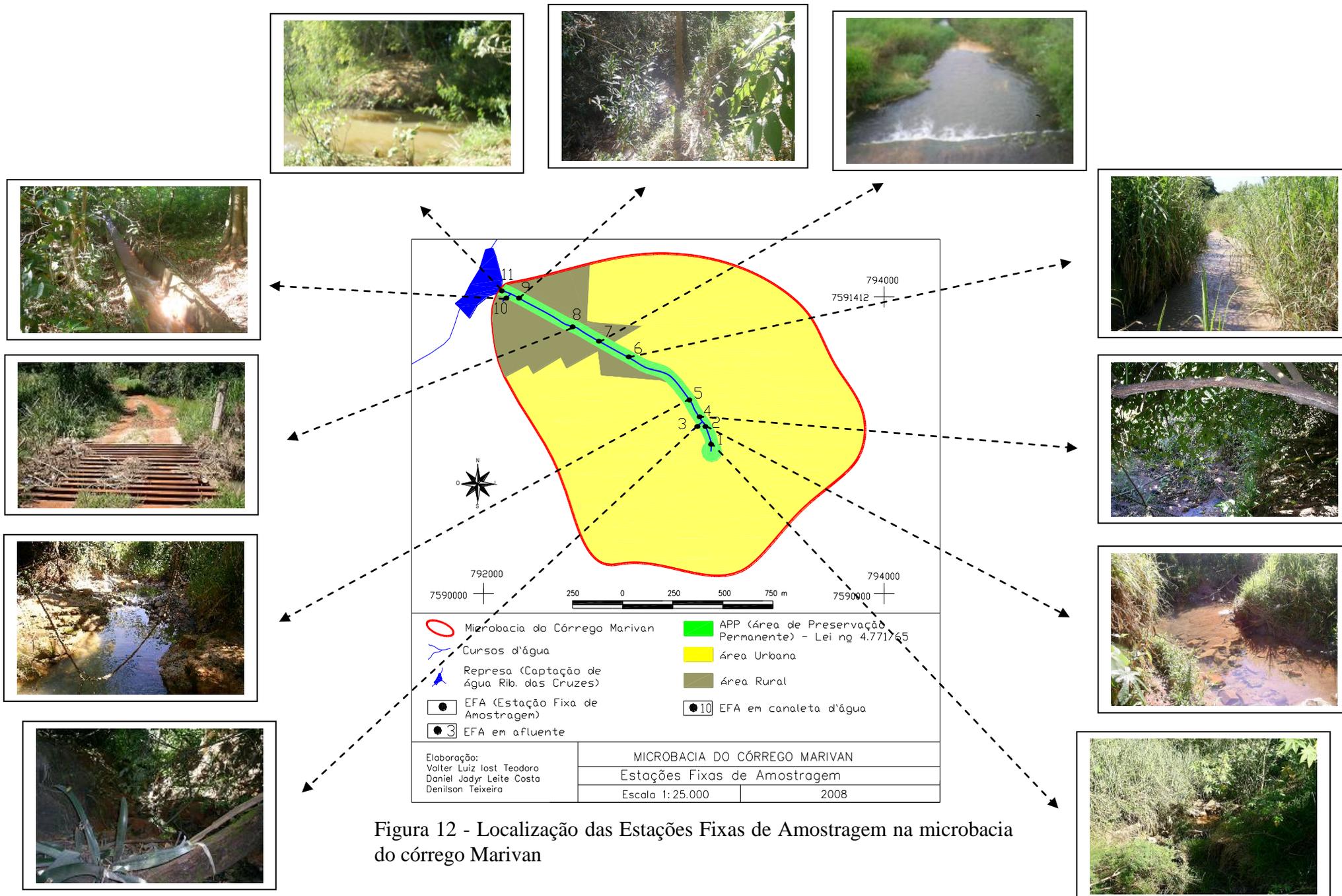


Figura 12 - Localização das Estações Fixas de Amostragem na microbacia do córrego Marivan

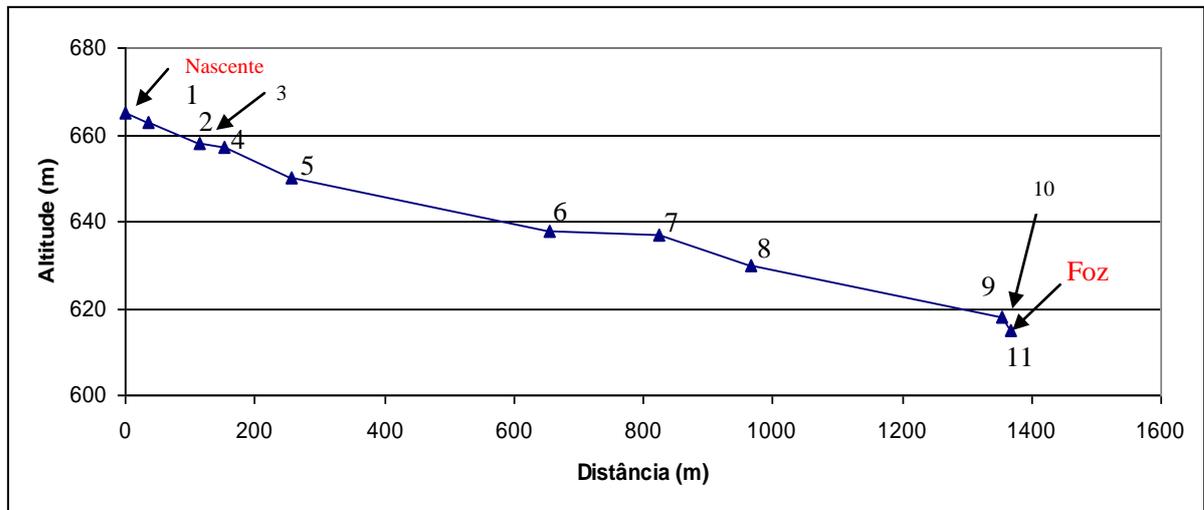


FIGURA 13 – Perfil longitudinal topográfico e localização das Estações Fixas de Amostragem

### 5.3.1 Parâmetros de qualidade de água analisados

Os parâmetros analisados e suas respectivas metodologias estão descritos na TABELA 07. Para o cálculo dos parâmetros de nitrogênio nítrico, nitrogênio nitrato, nitrogênio amônia, fosfato, DBO, DQO, sólidos totais dissolvidos e coliformes fecais as amostras foram coletadas em duplicata e acondicionadas em frascos de polietileno de 1 litro, previamente esterilizados e, armazenados e preservados em recipientes sob refrigeração (4° a 10°C) logo após a coleta. Posteriormente, essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Químicas e Controle Industrial (LACI), com sede na cidade de Lins/SP, dentro do campus da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação (FPTE). Cabe destacar que o laboratório é credenciado pela Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O tempo de coleta se estendeu aproximadamente das 6h as 9h da manhã e o tempo de transporte até o laboratório foi de aproximadamente duas horas e meia. Ao chegarem as amostras, as análises foram prontamente realizadas segundo *Standard Methods* (APHA 1998). O resultado utilizado foi a média da duplicata.

Para determinação dos parâmetros temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, salinidade e potencial de oxido-redução foi utilizada uma sonda multiparâmetros Yellow Springs, modelo 556 “in loco” segundo *Standard Methods* (APHA 1998). As análises foram feitas em triplicata com intervalo de 1 minuto entre elas. O resultado utilizado foi a média dos resultados encontrados.

TABELA 07 – Variáveis determinadas e respectivas metodologias utilizadas para a análise da qualidade de água do córrego Marivan – Araraquara (SP)

Variável	Unid.	Sonda	Lab.	Método
Temperatura da água	°C	X		APHA (1998) – Seção 2550 B. – Método de análise de campo
pH	-	X		APHA (1998) – Seção 4500 – Método eletrométrico
Oxigênio Dissolvido	mg/L	X		APHA (1998) – Seção 4500 O. – Método do eletrodo de membrana
Oxigênio Saturado		X		APHA (1998)
Salinidade		X		APHA (1998)
ORP		X		APHA (1998)
Nitrogênio Nitrito	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Nitrogen Nitrite B. – Método colorimétrico
Nitrogênio Nitrato	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Nitrogen Nitrate E. – Método de redução de cádmio
Nitrogênio Amônia	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 – Nitrogen Ammonia C. – Método titulométrico
Fosfato	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Fósforo C. – Método Colorimétrico Vanadomolybdato de Amônio
DBO	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 5210 B. – Método de incubação
DQO	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 5220 B. – Método de refluxo aberto
Sólidos totais dissolvidos	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 2540 C. – Método de Sólidos Totais Dissolvidos Secos a 180 °C
Coliformes	NMP/100 ml		X	APHA (1998) – Seção 9221 – Método de fermentação por tubos múltiplos

#### 5.4 Caracterização socioeconômica

Para a caracterização socioeconômica da microbacia do córrego Marivan foram utilizados dados do Censo realizado pelo IBGE no ano de 2000, obtidos através do Programa ESTATCART – Sistema de Recuperação de Informações Georreferenciadas – Versão 2.1. Para isso foram identificados os setores censitários definido pelo IBGE (2000) contidos na área de estudo. Um dos problemas na escolha da bacia hidrográfica como recorte espacial é justamente a dificuldade de dados. No presente estudo, entretanto, os seis setores censitários identificados, estão localizados exatamente na área da microbacia. Esses setores são identificados pelos números: 83, 84, 85, 86, 87 e 159. Cada um deles possui as seguintes informações sobre a população residente: nível de instrução, nível de renda e condições dos domicílios. Para caracterização econômica foi utilizada a variável de rendimento mensal dos responsáveis pelo domicílio. Para caracterização social foram utilizadas as variáveis: anos de

estudo dos responsáveis pelos domicílios, condições de ocupação e também sanitárias (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo) das residências.

A variável ano de estudo foi reorganizada em 3 categorias: de 0 a 5 anos de estudo; de 6 a 11 e de 12 a 17 ou mais anos de estudo. Para o rendimento mensal utilizou-se as categorias do IBGE: sem rendimento, até ½salário mínimo, de ½ a 1, mais de 1 a 2, mais de 2 a 3, mais de 3 a 5, mais de 5 a 10, mais de 10 a 15, mais de 15 a 20 e mais de 20 salários mínimos.

Tanto para caracterização de ocupação dos domicílios quanto para as condições de saneamento ambiental se utilizaram as categorias propostas pelo IBGE.

Para a caracterização de ocupação dos domicílios foram utilizadas as seguintes variáveis: próprio – quitado, próprio em aquisição, alugado, cedido por empregador, cedido de outra forma e outra condição. As variáveis de saneamento ambiental foram divididas em:

- Tipo de abastecimento de água dos domicílios: canalizada em pelo menos um cômodo; canalizada só na propriedade ou terreno, poço ou nascente, não canalizada; outra forma;
- Tipo de esgotamento sanitário dos domicílios: rede geral de esgoto ou pluvial, fossa séptica, fossa rudimentar, vala, esgotamento sanitário (rio ou lago), outro escoadouro e sem banheiro ou sanitário;
- Destino do lixo: coletado por serviço de limpeza, coletado em caçamba de serviço de limpeza, queimado, enterrado, jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado em rio lago ou mar, outro destino.

## **5.5 Percepção ambiental de uma amostra da população**

Para a avaliação da percepção ambiental da população foi aplicado um questionário baseado nos trabalhos de Dornelles (2006), Tonissi (2005) e Lima (2003), todos validados por pré-teste. O questionário possui 29 questões, agrupadas em 5 blocos: caracterização do entrevistado; percepção ambiental do meio ambiente; percepção ambiental e informações; hábitos de uso e consumo; disposição a pagar e a economizar (APÊNDICE 01).

A unidade para aplicação do questionário foi o domicílio. Em um mapa topográfico de escala 1/3.000 foram enumeradas todas as quadras que compõem a microbacia do córrego Marivan, excluindo aquelas que não possuem edificações. Posteriormente foi realizado um sorteio aleatório no programa EPI – INFO, versão 6.04 – desenvolvido pelo Centers for

Disease Control & Prevention (CDC), U.S.A. A amostra foi de 40 quarteirões sorteados para a aplicação dos questionários. Duas pessoas por quarteirão participaram da pesquisa, totalizando dessa forma 80 entrevistados, o que permitiu uma distribuição espacial satisfatória, agregando munícipes residentes próximos tanto como afastados das áreas de preservação permanente

As visitas de campo foram realizadas aos sábados de julho de 2007, no período matutino. Quanto aos estabelecimentos comerciais foram entrevistados os donos ou responsáveis pelos mesmos.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Caracterização morfométrica da microbacia

A microbacia do Marivan é de 2.<sup>a</sup> ordem, indicando ser pouco ramificada, com uma área de 2,1Km<sup>2</sup> e perímetro de 5,37 Km. O comprimento do canal principal é de 1,37 km, com uma rede de drenagem total de 1,43 Km.

A densidade de drenagem é de 0,68 km/Km<sup>2</sup>, indicando que a microbacia possui uma baixa capacidade de drenagem. Segundo Christofolletti (1974) *apud* Sangoi (2006), o padrão de drenagem, arranjo espacial dos cursos fluviais, pode ser influenciado em sua morfogenética por algumas características naturais da área, entre as quais se destacam: a natureza e disposição das camadas rochosas, a resistência litológica variável, as diferenças de declividade e a evolução geomorfológica da região. A baixa capacidade de drenagem indica que o comportamento hidrológico das rochas repercute diretamente na densidade de drenagem, pois naquelas em que a infiltração ocorre com dificuldade, ocorre maior escoamento superficial, gerando assim maior esculturação dos canais, bem como a atuação dos processos erosivos. Dessa forma, a baixa capacidade de drenagem da microbacia do Marivan indica uma boa capacidade de infiltração da água no solo.

A densidade hidrográfica também é baixa, 0,95 canais/Km<sup>2</sup>, ou seja, menos de 1 canal por km<sup>2</sup>. O fator de forma é de 1,07 e o índice de circularidade de 0,91. Esses resultados indicam que o perímetro da bacia se aproxima a um círculo, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas), pois há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal (CARDOSO, *et al*, 2006).

A relação de relevo é de 54,7 m/Km, tratando-se dessa maneira de uma área com declividade acentuada.

O Índice de Sinuosidade próximo a 1 indica que se trata de canal retiníleo; já os valores superiores a 2, indicam que os canais tendem a ser tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. O córrego Marivan possui um canal retilíneo e, segundo Antoneli & Tomaz (2007), esse tipo de canal favorece um maior transporte de sedimento. Os resultados da caracterização morfométrica da microbacia do córrego Marivan estão apresentados na TABELA 08.

TABELA 08 – Parâmetros morfométricos da microbacia do córrego Marivan

<b>Parâmetro</b>	<b>Valores e Unidades</b>
Área	2,1 (Km <sup>2</sup> )
Perímetro	5,37 (km)
Comprimento do canal principal	1,37 (km)
Comprimento vetorial do canal principal	1,31 (Km)
Comprimento do tributário	0,06 (km)
Comprimento total da rede de drenagem	1,43 (km)
Altitude máxima	685 (m)
Altitude mínima	615 (m)
Amplitude altimétrica	70(m)
Ordem do córrego	2 <sup>a</sup>
Densidade de drenagem	0,68 (km/Km <sup>2</sup> )
Densidade hidrográfica	0,95 (canais/Km <sup>2</sup> )
Coefficiente de manutenção	1470 (m/m)
Índice de Sinuosidade	1,04
Gradiente de canais	0,5 (%)
Fator de forma	1,07
Índice de compacidade	1,03
Índice de circularidade	0,91
<b>Relação de relevo</b>	<b>54,7 (m/Km)</b>

Segundo Meirelles *et al* (2005), a baixa densidade de drenagem associada à presença adequada de mata ciliar evitam os processos erosivos dos solos, mas a inexistência de mata ciliar em quase toda a extensão do córrego Marivan gera a impossibilidade de habitat, refúgio e alimento para a fauna, da atuação como corredor ecológico (fluxo gênico) e como filtro de poluição de áreas a montante. Sua retirada ocasiona, ainda, a desestabilização dos solos marginais, intensificando os processos erosivos e o solapamento das margens, e conseqüentemente o assoreamento do corpo d'água e a contaminação por lixiviação ou escoamento superficial de fertilizantes, contribuindo com a degradação da qualidade da água do córrego Marivan.

A área reduzida associada à pequena rede de drenagem, a baixa capacidade de drenagem, ao formato retilíneo, o pequeno comprimento do córrego e ao fator de forma e índice de circularidade, indicam que a microbacia possui baixa capacidade de resiliência, ou seja, possui pequena capacidade de se recuperar a impactos ambientais negativos. Em caso de lançamento de efluentes que contaminem suas águas, o córrego terá apenas um pequeno tributário que pode ajudar no processo de diluição, dificultando o processo de autodepuração. Semelhante pode ocorrer em casos de assoreamentos severos, pois, o solo da microbacia sendo de boa drenagem, não permitirá o escoamento das águas das chuvas que poderiam ajudar no processo de esculturação de novos tributários, contribuindo com sua vazão.

O córrego também favorece o transporte de sedimentos que acabam gerando degradação a sua jusante e, por fim, a microbacia está ainda susceptível a enchentes em cheias rápidas, criando condições para degradação das águas superficiais do córrego Marivan.

## **6.2 Levantamento dos principais impactos ambientais na microbacia**

O modelo de ocupação do território da microbacia do Marivan segue o mesmo padrão do processo descrito para a cidade de Araraquara. Cintrão (2004) explica que é a partir dos anos 50, com a valorização do espaço urbano em detrimento das moradias rurais (êxodo rural), que os proprietários de terras urbanas começaram a vislumbrar lucrativo mercado de terras, transformando áreas rurais em lotes urbanos. A partir das décadas de 1970 e 1980, a cidade passou a ter o mesmo número de lotes ocupados e desocupados, forçando o poder público a criar a Lei nº. 2467, de 11 de junho de 1979, que passa a exigir do loteador toda a infra-estrutura, desde rede distribuidora de água e respectivas derivações prediais, captação, recalque e reservatórios de água, bem como rede coletora de esgoto e respectivas derivações prediais, galerias para águas pluviais, colocação de guias e sarjetas, plantação de grama e arborização, além das obras de pavimentação, na tentativa de restringir a aprovação de abertura de novos loteamentos.

Alguns impactos ambientais como assoreamento, erosões, lançamento clandestino de resíduos da construção civil, queimadas urbanas, entre outros foram identificados na microbacia do córrego Marivan. Estes impactos estão associados a uma série de questões, entre elas a especulação imobiliária. Esse fenômeno ocorre devido à formação de “vazios urbanos” em regiões privilegiadas da cidade, decorrentes da expansão urbana desordenada. A fazenda Samua é um exemplo clássico desse crescimento, com atividades condizentes com a zona rural inserida na área urbana. A fazenda é circundada por grandes e importantes bairros urbanizados. Com a especulação imobiliária, ocorreu a valorização das suas terras. Situada a montante da represa de captação de água do Município e destinada ao cultivo de soja, a propriedade foi desmembrada para instalação de um novo empreendimento, o condomínio fechado Jardim das Acácias. O processo de transformação pode ser observado na FIGURA 14, que mostra duas fotos tiradas do mesmo local.



(2006)

(2007)

FIGURA 14 – Área da fazenda Samua destinada à plantação da soja (2006) e modificada para implantação de loteamento (2007). Microbacia do córrego Marivan, Araraquara (SP)

O lançamento clandestino de resíduos sólidos da construção civil e residencial (orgânicos e inorgânicos), além do descarte de animais mortos, cria ambiente propício para proliferação de pragas urbanas, como roedores transmissores da leptospirose, artrópodes peçonhentos, como escorpiões e aranhas, além de artrópodes veiculadores de microrganismos patogênicos, como as baratas. Esse tipo de impacto é comum em toda a microbacia, desde a nascente até a desembocadura do córrego Marivan.

As queimadas urbanas também são impactos ambientais potenciais que ocorrem na microbacia. Um estudo detalhado sobre queimadas urbanas no município pode ser encontrado em Moura (2004). Segundo o autor, são decorrentes do processo de especulação imobiliária, que gerou grandes vazios dentro da cidade, e esses são “limpos” através da queima, pelos proprietários ou pessoas que passam por esses locais, gerando grandes transtornos à população.

Contribuem com esses impactos a falta de fiscalização do poder público e a impunidade para que os pratiquem, além da falta de campanhas de educação ambiental que consigam envolver a sociedade na busca de soluções para esses problemas.

Em relação às atividades agrícolas presentes na área, dois aspectos caracterizaram bem os impactos ambientais potenciais associados à prática. São eles a aplicação de defensivos agrícolas, na área destinada ao cultivo de soja, situada a montante da captação de água do município, e o desvio e canalização do córrego Marivan dentro da fazenda Samua.

Outros dois impactos ambientais comuns em toda a extensão da microbacia do córrego Marivan são as erosões e os assoreamentos, ocasionados pela degradação e ausência de mata ciliar. Os assoreamentos mudam o curso natural do córrego, ocorre desgaste das encostas, desprovidas de mata ciliar, ocasionando erosões e mais assoreamentos. Outro impacto

potencial, provocado pela erosão, é o risco de desabamento de uma tubulação de esgoto “aérea” e conseqüente contaminação das águas do córrego Marivan.

O uso e a ocupação inadequados da área de preservação permanente é outro impacto ambiental que também contribui com a degradação da mata ciliar, com o aumento dos riscos de erosões e assoreamento e com a degradação da qualidade da água. A localização espacial dos principais impactos ambientais e potenciais estão listados na TABELA 09 e exemplificados na FIGURA 15.

TABELA 09 – Georreferenciamento dos principais impactos ambientais e potenciais identificados na microbacia do córrego Marivan – abril/2008

<b>Impactos ambientais e potenciais identificados</b>	<b>Coordenadas Geográficas (UTM)</b>	<b>Letras</b>
Queimada urbana	22 K 0793329 – 7590770	a
Lançamento de resíduos	22 K 0793178 – 7590662	b
Erosão	22 K 0793146 – 7590677	c
Erosão	22 K 0793078 – 7590800	d
Tubulação de esgoto em área erodida	22 K 0793018 – 7590821	e
Uso e ocupação da Área de Preservação Permanente	22 K 0793053 - 7590873	f
Assoreamento	22 K 792923 - 7590963	g
Despejo de resíduos sólidos	22 K 0792576 – 7591282	h
Desvio de água do córrego	22 K 0792482 – 7591228	I
Assoreamento – erosão – queda de árvores	22 K 0792400 – 7591245	J
Aplicação de defensivos agrícolas	22 K 0792668 - 7591562	K

A microbacia do córrego Marivan encontra-se em sua maior parte em uma área de moderada vulnerabilidade natural à poluição do aquífero livre; assim, as atividades antrópicas como postos de combustíveis se tornam impactos potenciais a essa microbacia (MEAULO, 2007) (FIGURA16). O mapeamento dos principais impactos ambientais e potenciais tornam-se importantes, dada a moderada vulnerabilidade natural da microbacia à poluição do aquífero, tornando-se dessa forma, um indicador importante para projetos de gestão ambiental.

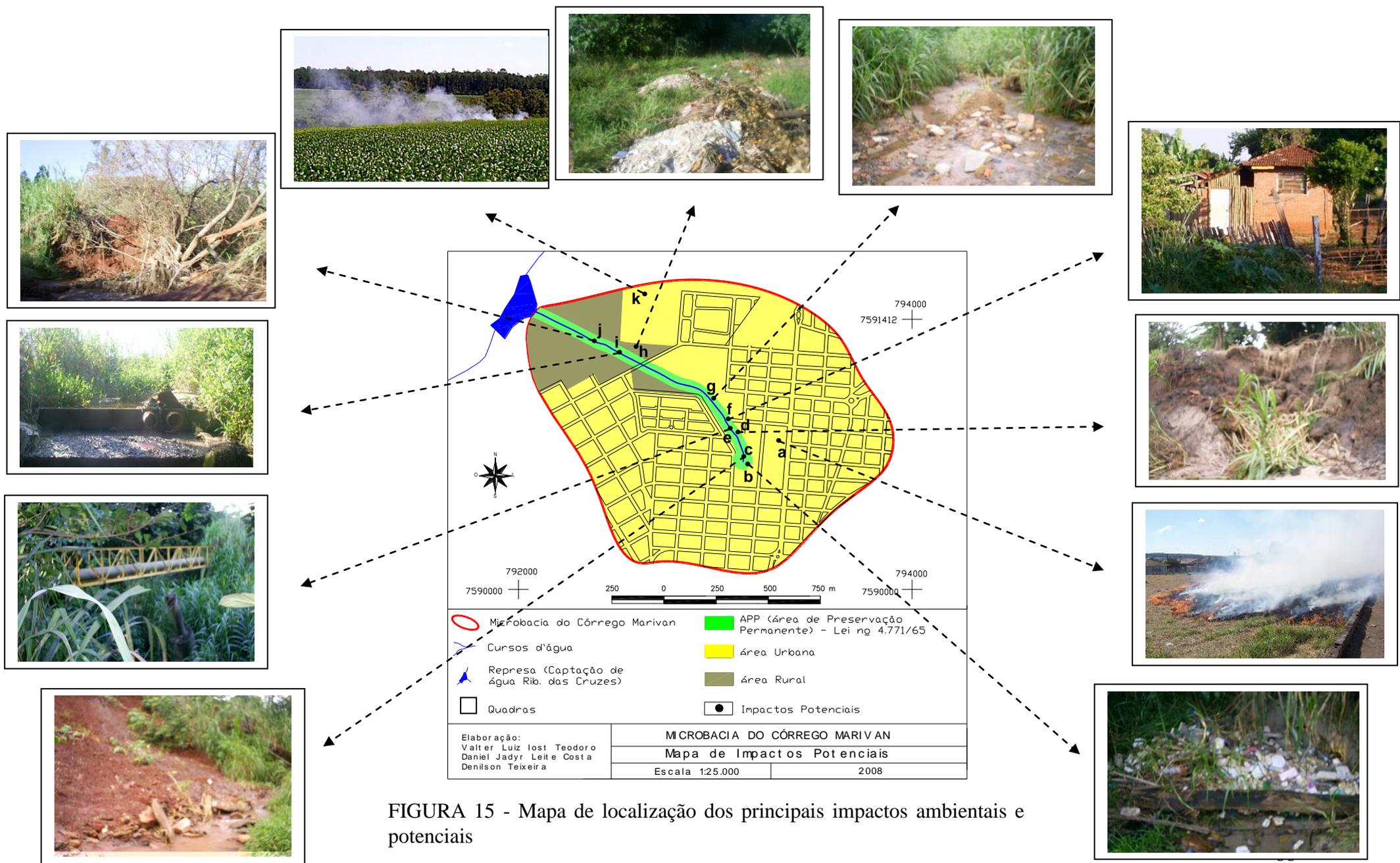


FIGURA 15 - Mapa de localização dos principais impactos ambientais e potenciais

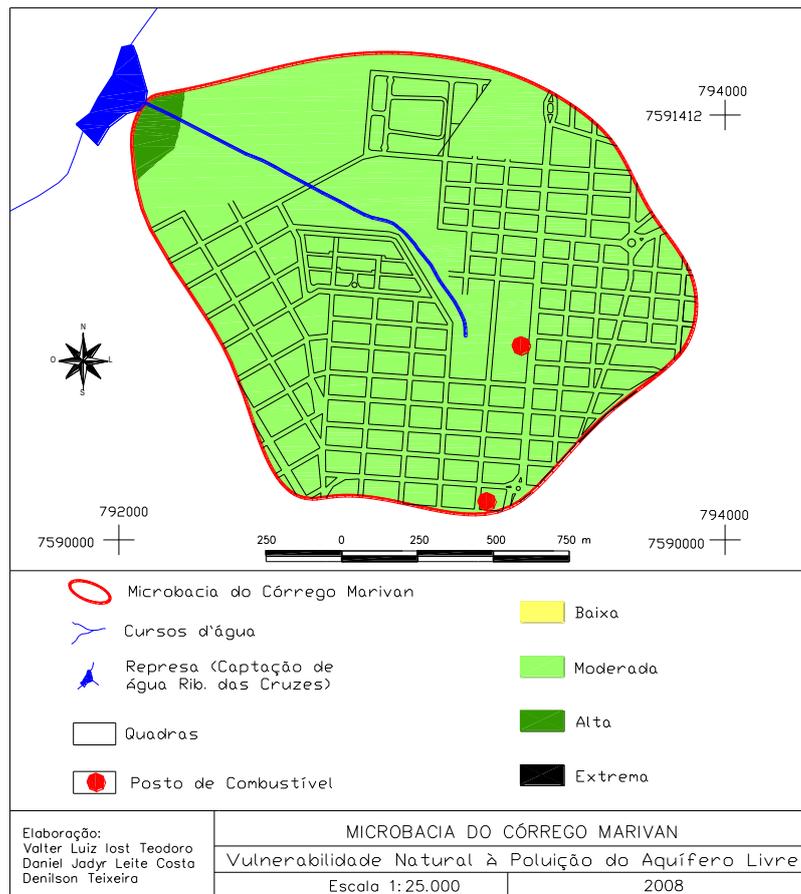


FIGURA 16 – Mapa de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero livre baseado em Meaulo (2007)

Apesar do processo de urbanização desconsiderar em muitos casos os impactos ambientais potenciais a microbacia é assistida por 100% de iluminação pública, quase 100% de pavimentação de ruas e avenidas, escola, unidade básica de saúde, excelente cobertura dos sistemas de saneamento ambiental, além de uma rede de comércio e serviços à disposição.

### 6.3 Caracterização da qualidade da água do córrego Marivan

A análise da qualidade da água é um excelente indicador das condições ambientais de uma microbacia, pois reflete as conseqüências do processo de uso e ocupação na estrutura e funcionamento do ecossistema. Em outras palavras, os ecossistemas aquáticos refletem a geomorfologia e a fisiologia do local, o clima da região, o histórico e as perturbações que se desenvolvem nas áreas circunvizinhas a esses ambientes (GUERESCHI, 2004).

O decreto n.º 10.755 de 1977, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água na classificação prevista no decreto n.º 8.468 de 1976, enquadra o córrego Marivan, devido aos seus usos, como classe 2.

Segundo a resolução CONAMA 357 de 2005, os corpos hídricos com esse enquadramento possuem suas águas destinadas a usos nobres, como abastecimento humano após desinfecção convencional, manutenção da vida aquática e irrigação de hortaliças e frutas. Todavia, em alguns pontos os resultados das análises obtidos neste trabalho mostram que a qualidade das águas do córrego Marivan não se apresenta em conformidade com os valores indicados pela Resolução 357/2005 (TABELA 10 e TABELA 11).

Em levantamento documental realizado junto ao DAAE, foram obtidos alguns resultados de análises de qualidade de água no córrego Marivan (12/02/2004; 07/11/2005; 09/10/2006 e 23/11/06), alguns deles também em desconformidade com o preconizado pela Resolução 357 de 2005 (fósforo total na análise realizada em novembro de 2005; DBO na análise realizada em outubro de 2006), além de elevados valores para DQO (amostras de novembro de 2006) (ANEXOS 01, 02, 03 e 04).

Macedo (2007) observou nos corpos d'água que formam a sub-bacia do ribeirão das Cruzes que a maioria das estações fixas de amostragem apresentaram características físico-químicas e biológicas fora do padrão de enquadramento da resolução CONAMA 357 de 2005, o mesmo que ocorre com o córrego Marivan.

TABELA 10 - Parâmetros de qualidade de água do córrego Marivan – Araraquara (SP) – 2007.

EFA	Colif. Totais NMP/100ml	Colif. Fecais NMP/100ml	Nitrito mg/L	Nitrato mg/L	Amônio Mg/L	Nitrato. Org. Mg/L	Fósforo mg/L	DBO mg/L	DQO mg/L
01	4300	4300	ND	1,47	0,02	0,02	0,16	2,9	4,9
02	430	430	ND	1,54	0,01	0,15	0,06	2,5	5,8
03	430	430	ND	0,78	0,04	0,11	0,06	2,9	4,9
04	240	240	0,01	1,01	0,02	0,96	0,07	2,9	4,9
05	4300	4300	ND	1,37	0,03	12,71	0,10	3,0	10,4
06	4300	4300	ND	1,13	0,07	13,22	0,18	3,0	13,8
07	2400	2400	ND	0,97	0,08	0,8	0,13	2,5	16,5
08	2400	2400	ND	0,56	0,1	0,1	0,20	2,0	13,0
09	4300	4300	ND	0,03	0,09	0,15	0,21	2,5	15,7
10	24000	24000	0,15	0,58	0,05	0,46	0,11	2,5	15,4
11	2400	2400	ND	0,16	0,05	0,22	0,13	2,0	12,3
Média	4500	4500	0,01	0,87	0,05	2,63	0,13	2,61	10,7
Desvio padrão	6670	6670	0,05	0,51	0,03	5,12	0,05	0,37	4,73

Legenda:  acima do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005

TABELA 11 - Parâmetros de qualidade de água realizada “in loco” através de sonda multiparâmetros YSI modelo 556 - córrego Marivan - Araraquara (SP) - 2007

EFA	Barômetro (mmHg)	Temperatura (°C)	Condutividade µmS/cm	Sólidos Totais Dissolvidos g/l	O2 Saturado	O2 dissolvido	pH
01	704	24	84	0,055	71,5	6,1	5,1
02	705	24	74	0,049	72,6	6,8	5,5
03	705	25	47	0,03	66,6	5,8	4,9
04	705	24	72	0,047	77,4	7,0	5,5
05	705	23	69	0,045	91,1	8,3	5,9
06	707	24	100	0,067	84,7	7,7	6,1
07	706	24	110	0,075	85,2	8,0	6,5
08	708	23	115	0,078	81,5	7,6	6,6
09	709	24	63	0,043	51,6	4,6	6,1
10	709	24	108	0,073	94,8	8,7	6,4
11	709	25	72	0,047	60,3	5,0	6,5
Média	706,5	24	0,09	0,055	76,1	6,9	5,9
Desvio padrão	2,0	0,51	0,02	0,016	13,2	1,3	0,6

Legenda:  acima do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005

Os resultados obtidos para coliformes fecais, com exceção das estações 2, 3 e 4, estiveram acima do limite definido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água da classe 2, pois nessas estações os valores estão acima de 1000 (NMP/100ml).

Bactérias do grupo coliformes fecais são utilizadas mundialmente como parâmetro para se avaliar a qualidade da água. Em análises realizadas nas águas do córrego Marivan, no mês de março de 2007, ocorreram variações da nascente à jusante, sendo que a estação fixa de amostragem 10, próxima à jusante, apresentou maior valor - 24.000 NMP/100ml, enquanto a estação fixa de amostragem 4 apresentou o menor valor - 240NMP/100 ml (FIGURA 17). Na fazenda Samua, ocorre um desvio e represamento da água do córrego Marivan, causando a diminuição da vazão do córrego. A água desviada para a fazenda é utilizada para diversos fins: dessedentação de animais, lavagem do confinamento de coelhos, irrigação do pomar, retorna contaminada com grande quantidade de coliformes fecais 24000 NMP/100m/L, desaguando diretamente na represa de captação de água do Município de Araraquara (SP).

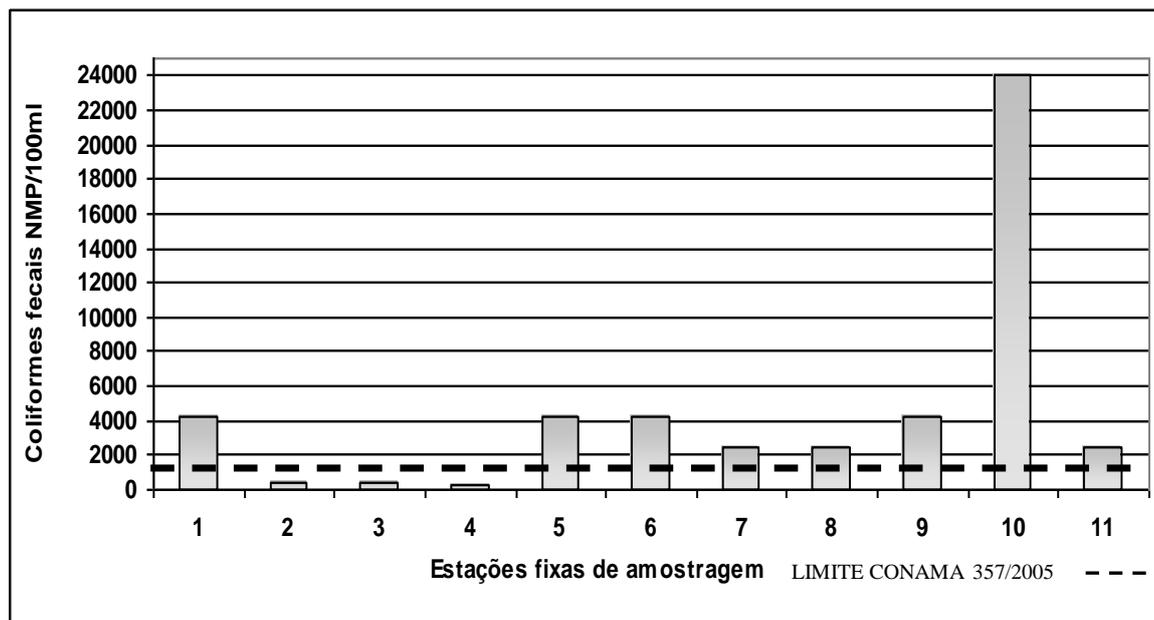


FIGURA 17 – Análise quantitativa de Coliformes fecais por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

O número de coliformes totais e principalmente fecais na água é um forte indicativo das condições sanitárias do meio, e serve como indicador da contaminação por efluentes sanitários. As quantidades encontradas fornecem subsídios sobre a origem e intensidade da contaminação (TEIXEIRA, 2000).

Os coliformes apresentam-se em grandes quantidades nas fezes do homem e de animais de sangue quente, o que o torna um bom indicador de poluição (LIMBERGER & CORRÊA, 2005). Para o córrego Marivan não há registro de análises do parâmetro coliformes fecais. Na presente pesquisa, a estação fixa de amostragem 10 apresentou o maior valor 24.000 NMP/100ml, indicando provável lançamento de efluentes oriundos da fazenda Samua, uma vez que as águas do córrego Marivan são destinadas dentro da fazenda para diferentes usos, e não recebem tratamento após serem utilizadas, retornando contaminadas ao córrego. As estações fixas de amostragem 2, 3 e 4 apresentaram baixo valor de coliformes fecais, pois não recebem águas residuárias de fontes alóctones. As demais estações apresentaram valores relativamente altos, indicando a possibilidade de lançamentos clandestinos de esgoto junto às galerias de água pluviais e mesmo a contaminação por águas residuárias de galerias de águas pluviais.

Segundo Teixeira (2000), a presença de diferentes formas nitrogenadas na água e em quantidades diversas podem fornecer valiosas informações sobre o estado geral do corpo d'água. Von Sperling (1995) *apud* Pereira (2004) esclarece que as principais características dos compostos nitrogenados são: a) são indispensáveis para o crescimento de vegetais e

organismos em geral, pois são utilizados para síntese de aminoácidos; b) os processos bioquímicos de oxidação do amônio ao nitrito e deste para nitrato implicam o consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática, quando a oxigenação do ambiente é menor que o consumo de oxigênio por esses processos; c) a identificação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio de poluição. Assim, quando a poluição for recente, o perigo para a saúde será maior, pois nesse caso o nitrogênio se apresenta na forma orgânica e amoniacal, mais tóxica.

O nitrogênio amoniacal ocorre naturalmente nas águas de superfície e em águas residuárias, pois a amônia é o principal produto de excreção dos organismos aquáticos; porém, altos valores são encontrados próximos a locais de lançamento de efluentes urbanos. (CAMPBELL, 1973 *apud* PEREIRA, 2004).

O nitrogênio amoniacal ocorre naturalmente nas águas de superfície e em águas residuárias, pois a amônia é o principal produto de excreção dos organismos aquáticos, porém altos valores são encontrados próximos a locais de lançamento de efluentes urbanos (CAMPBELL, 1973 *apud* PEREIRA, 2004). Nas análises realizadas junto às águas da microbacia do córrego Marivan, em março de 2007, os valores de nitrogênio amoniacal mostraram-se baixos, indicando que não há grandes lançamentos de efluentes urbanos.

Altas concentrações de amônio têm implicações ecológicas. Por exemplo, podem influenciar fortemente a dinâmica do oxigênio do meio, uma vez que grandes concentrações de oxigênio são requeridas para sua oxidação (ESTEVES, 1988). A concentração de nitrogênio amoniacal apresentou um aumento gradativo de montante a jusante, sendo que os valores mais altos ocorreram nas estações 7, 8 e 9, e decaíram nas estações 10 e 11 o maior valor ocorreu na estação 8 (0,1 mg/L) e menor valor na estação 2 (0,01) mg/L (FIGURA 18).

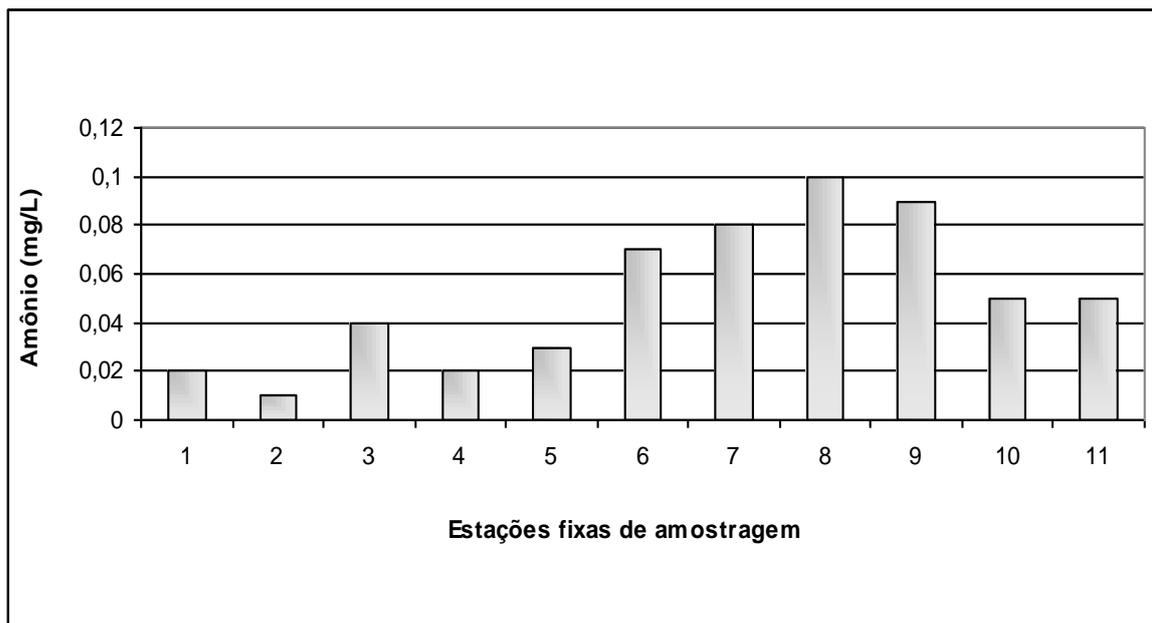


FIGURA 18 - Amônio por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

Os produtores primários, ao assimilarem fontes orgânicas de nitrogênio como uréia, aminoácidos, peptídeos, etc; formam um grupo de composto genericamente denominado de nitrogênio orgânico dissolvido (ESTEVES, 1988). O nitrogênio orgânico apresentou menor valor na estação fixa de amostragem 1 (0,02 mg/L) e maior valor na estação 6 (13,22 mg/L) (FIGURA 19).

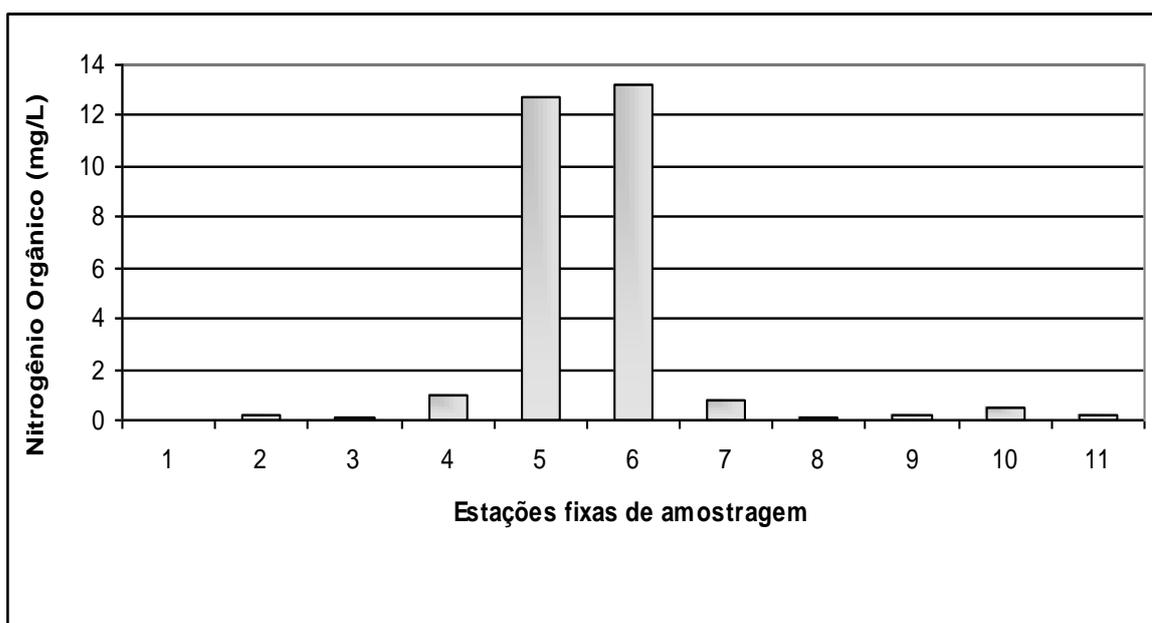


FIGURA 19 - Nitrogênio orgânico por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

O nitrito representa uma fase intermediária entre o amônio (forma mais reduzida) e o nitrato (forma mais oxidada); é um composto intermediário e instável, cuja transformação por bactérias o transforma em nitrato (TEIXEIRA, 2000). Em análises realizadas nas águas do córrego Marivan, no mês de março de 2007, a presença de nitrito foi detectada apenas nas estações fixas de amostragem 4 (0,01 mg/L) e 10 (0,15 mg/L) (FIGURA 20). Segundo Pereira (2004), baixas concentrações de nitrito podem significar grande atividade bacteriana e carência de oxigênio.

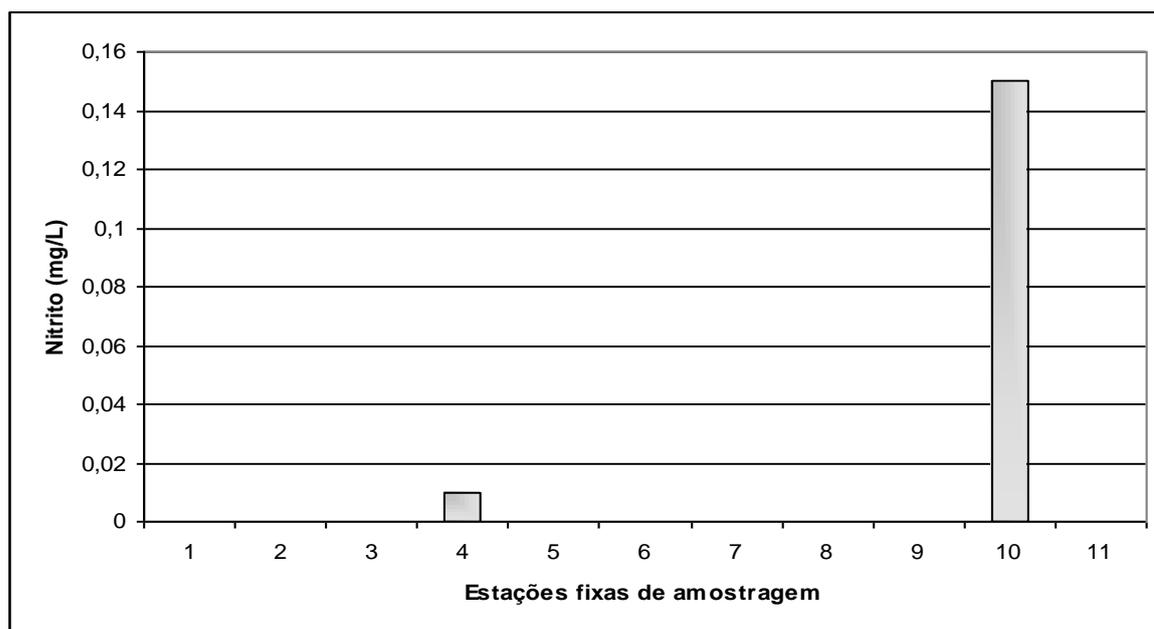


FIGURA 20 – Concentração de Nitrito por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

O nitrato é a forma mais oxidada das formas nitrogenadas e suas principais fontes naturais são as águas da chuva e enxurrada (TEIXEIRA, 2000). A presença de nitrato foi detectada em todas as estações fixas de amostragem, apresentando maior concentração na estação 2 (1,54 mg/L) e menor concentração na estação 9 (0,03 mg/L) (FIGURA 21). Os valores são inferiores ao preconizado pela resolução CONAMA 357 de 2005, ou seja, inferiores a 10 mg/L.

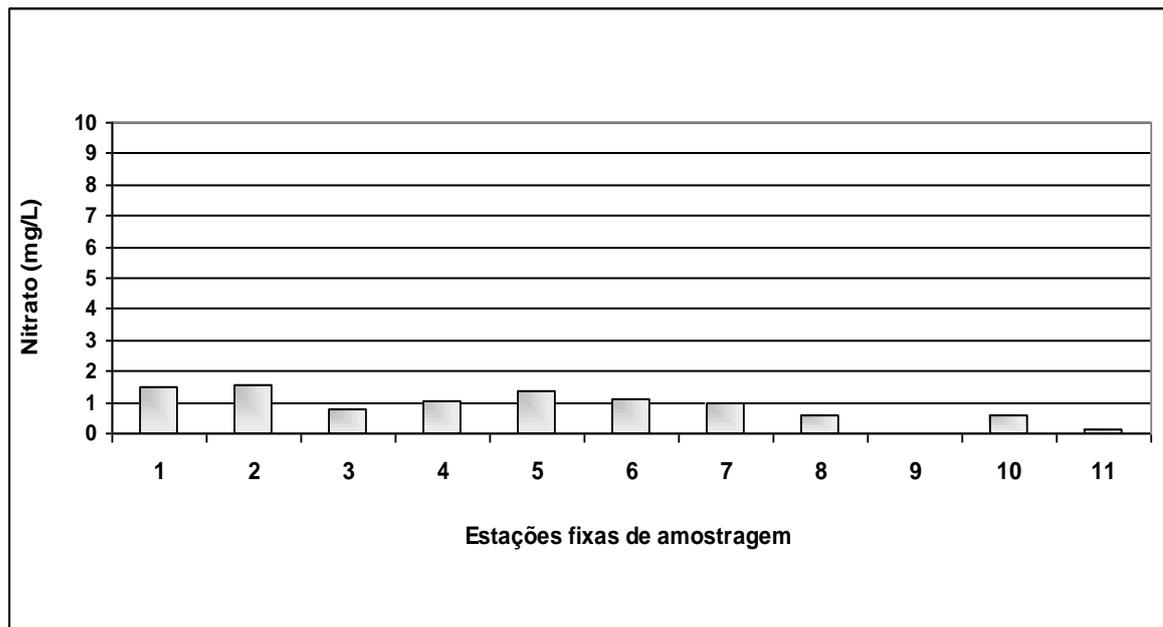


FIGURA 21 – Concentração de Nitrato por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

O fósforo é um elemento químico essencial à vida aquática e ao crescimento de microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, e na forma de fosfatos dissolvidos constitui um importante nutriente para produtores primários. Também pode ser fator limitante da produtividade primária de um corpo d'água (BAUMGARTEN *et al*, 1996 *apud* PEREIRA, 2004).

O lançamento de despejos ricos em fosfatos em um curso d'água pode, em ambientes com boa disponibilidade de nutrientes nitrogenados, estimular o crescimento de micro e macrorganismos fotossintetizadores, causando a eutrofização.

A presença de fósforo em corpos d'água pode ser de origem natural, por dissolução de compostos do solo ou decomposição da matéria orgânica, e de origem antrópica, através de despejos domésticos e industriais, detergentes, excremento de animais e fertilizantes.

Nas análises realizadas por Rodriguez (2001) na bacia do alto Jacaré-Guaçu (ribeirão do Feijão e rio Monjolinho), os valores de fósforo total, na época de chuvas, variaram entre 0,042 mg/l a 0,067 mg/L; já no período de estiagem, o valor no rio Monjolinho chegou a 1,570 mg/L. Teixeira *et al* (2005), ao analisar a presença de fósforo total nas águas da sub-bacia do ribeirão das Cruzes, diagnosticaram valores elevados de até 2,5 mg/L. As análises de fósforo total realizadas nas águas do córrego Marivan no ano de 2004 apresentaram valores inferiores a 0,30 mg/L; em 2005 a concentração variou de 0,028 mg/L a 0,115 mg/L; e no ano de 2006, de 0,010 mg/ L a 0,059 mg/L. Em análises realizadas nas águas do córrego Marivan, no mês de março de 2007, a concentração de fósforo variou em todas as estações fixas de

amostragem, apresentando maior valor na estação 9 (0,21mg/L) e menor concentração nas estações 2 e 3, com (0,06 mg/L) (FIGURA 22). Em todos os anos (2004, 2005, 2006 e 2007), ocorreram amostras com valores superiores ao preconizado pela CONAMA 357/2005. A presença de fósforo nas águas do córrego Marivan pode ser decorrente do fenômeno de lixiviação, ou seja, as águas das chuvas lavam o solo, o que inclui áreas urbanizadas e áreas de plantação de soja, situadas dentro da fazenda Samua. O processo é gerado pela ausência de mata ciliar em parte do ribeirão. Outro ponto importante que deve ser considerado é a ocorrência de lançamentos clandestinos.

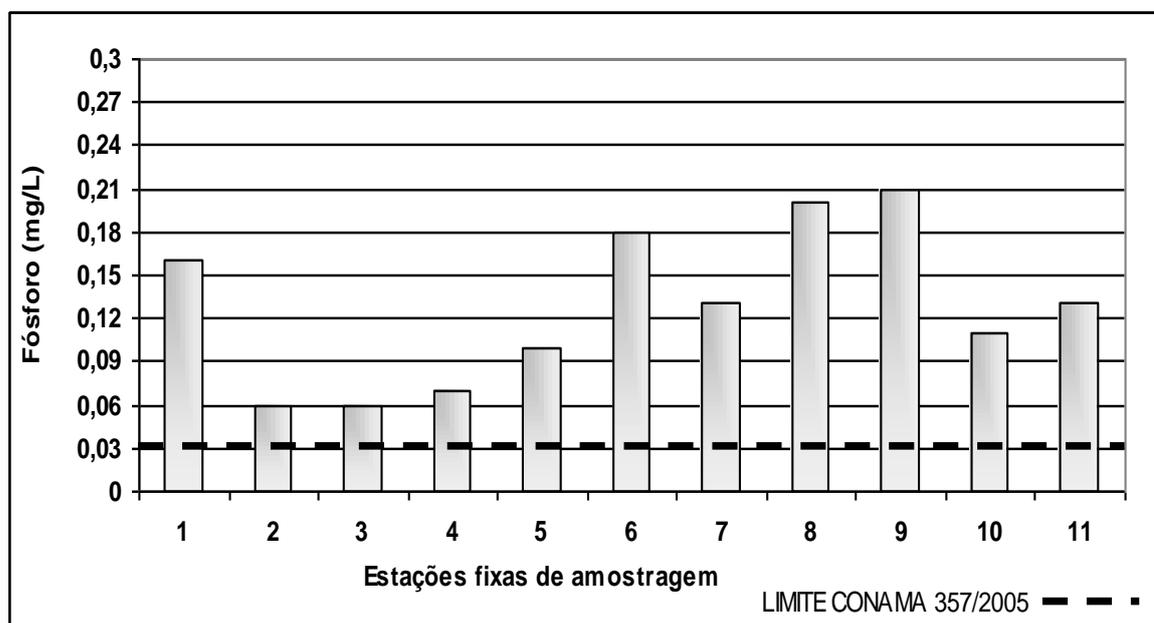


FIGURA 22 – Fósforo por estações por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

Outro parâmetro importante para análise da qualidade de água em relação à carga orgânica é a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Segundo Silva (1990) *apud* Pereira (2004), se a quantidade de matéria orgânica for baixa, as bactérias decompositoras necessitarão de pequena quantidade de oxigênio para decompô-la, então a DBO será baixa. As moléculas orgânicas de estruturas complexas e altos valores energéticos da matéria orgânica são utilizados pelas bactérias como fonte de alimento e energia. Para ocorrer o processo de nutrição e, assim, liberação de energia, a necessidade de que os organismos aeróbios respirem. Quando esses microrganismos respiram, roubam uma certa quantidade de oxigênio, ou seja, provocam uma demanda de oxigênio.

Segundo a resolução CONAMA 357 de 2005, os valores de DBO<sub>5,20</sub> para rios de classe 2 não podem ultrapassar 5,0 mg/L de O<sub>2</sub>. Nas análises realizadas pelo DAAE no ano de 2004 e 2005, os valores foram sempre menores que 1 em todos os pontos de coleta. No ano de

2006 ocorre um aumento abrupto no valor da DBO<sub>5,20</sub>, no ponto de coleta próximo foz, chegando a 7,0 mg/L O<sub>2</sub>, ficando fora dos limites CONAMA 357 de 2005. Nas análises de água realizada neste trabalho, em março de 2007, todos os valores ficaram abaixo de 3,0 mg/L O<sub>2</sub>, ou seja, abaixo do limite CONAMA 357 de 2005 (FIGURA 23). Em análises realizadas por Peres (2002) nas águas do córrego Monjolinho, localizado no município de São Carlos, os valores de DBO<sub>5,20</sub> variaram de 0,3 mg/L no ponto de coleta 1 a 197 mg/L, no ponto de coleta 3. Segundo o mesmo autor, o valor elevado está relacionado ao aporte de esgoto que ocorre junto a estação 3; isso mostra a importância da rede coletora de esgoto existente junto à microbacia do Marivan.

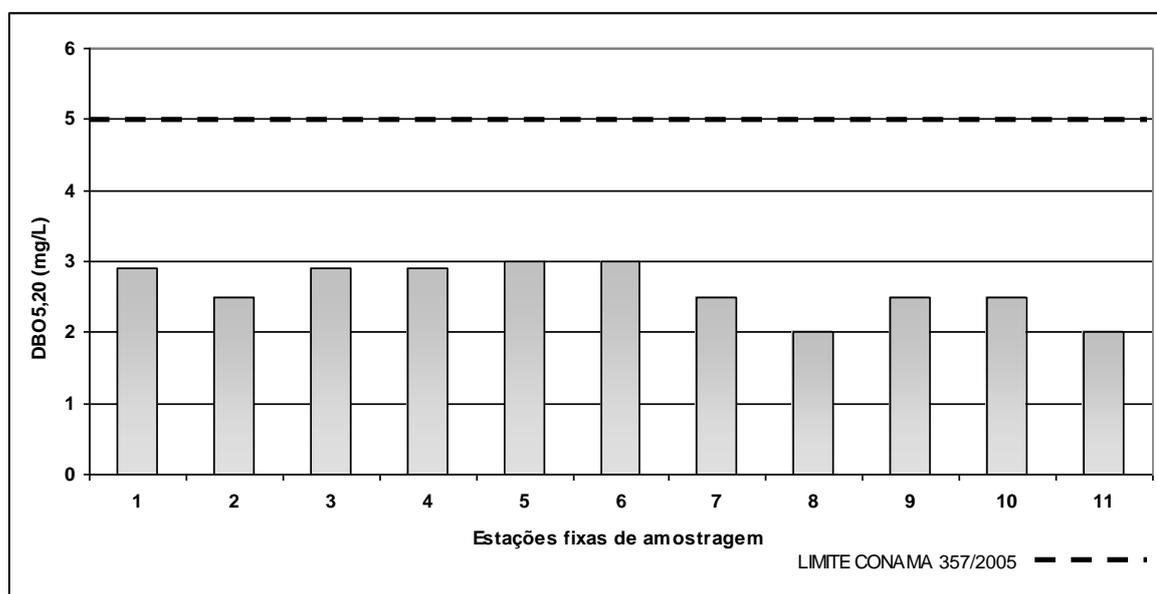


FIGURA 23 – Concentração de DBO<sub>5,20</sub> (mg/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

A demanda química de oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio exigida para a oxidação química completa da matéria oxidável total presente nas águas, tanto orgânica como inorgânica. Em locais que contêm substâncias tóxicas para as bactérias decompositoras, a única maneira de determinar a carga orgânica é pela DQO ou carbono orgânico total, já que a DBO não pode ser aplicada, pois há morte das bactérias (PEREIRA, 2004). A determinação da DQO é de extrema importância para a quantificação total de matéria orgânica total existente em certos despejos, caracterizados por baixa degradabilidade (celulose, pesticidas, etc.) que, lançados em cursos d'água, provocam grande consumo de oxigênio (TEIXEIRA, 2000). Em análise realizada por Lot (2006) em um ponto de coleta dentro da fazenda Samua, nas águas do córrego Marivan, o valor da DQO foi de 37,02 mg/L. Nas análises realizadas pelo DAAE no ano de 2004, os valores encontrados foram menores do que 1 mg/L nos pontos

de coleta 1, 3 e 4 e de 6 mg/L no ponto 4. No ano de 2005, o maior valor de DQO obtido pelo DAAE foi de 18 mg/L, no ponto situado junto a sua foz; já no ano de 2006, no mês de outubro, o maior valor foi de 15 mg/L, também junto à foz; e no mês de novembro do mesmo ano, a DQO chegou a 26 mg/L na região urbanizada. Em análises realizadas neste trabalho (2007), os maiores valores de DQO ocorreram dentro da fazenda Samua, atingindo o valor máximo de 16,5 mg/L a jusante de uma galeria de água pluvial, situada na área de transição entre área urbana e a fazenda Samuá. Esses altos valores de DQO indicam que dentro da fazenda Samua pode estar ocorrendo o lançamento de águas residuárias “*in natura*” diretamente no córrego Marivan.

Em análises realizadas nas águas do córrego Marivan, em março de 2007, os resultados encontrados para DQO apresentam três grupos distintos. O primeiro com valores abaixo de 6 mg/L composto pelas estações 1, 2, 3 e, localizadas nas áreas mais altas da microbacia. Um segundo grupo definido pelas estações de 6 a 11, com valores superiores a 12 mg/L e um grupo intermediário representado pela estação 5. O maior valor foi constatado na estação fixa de amostragem 7 (16,5 mg/L) e o menor, na estação 1 (4,9 mg/L) (FIGURA 24).

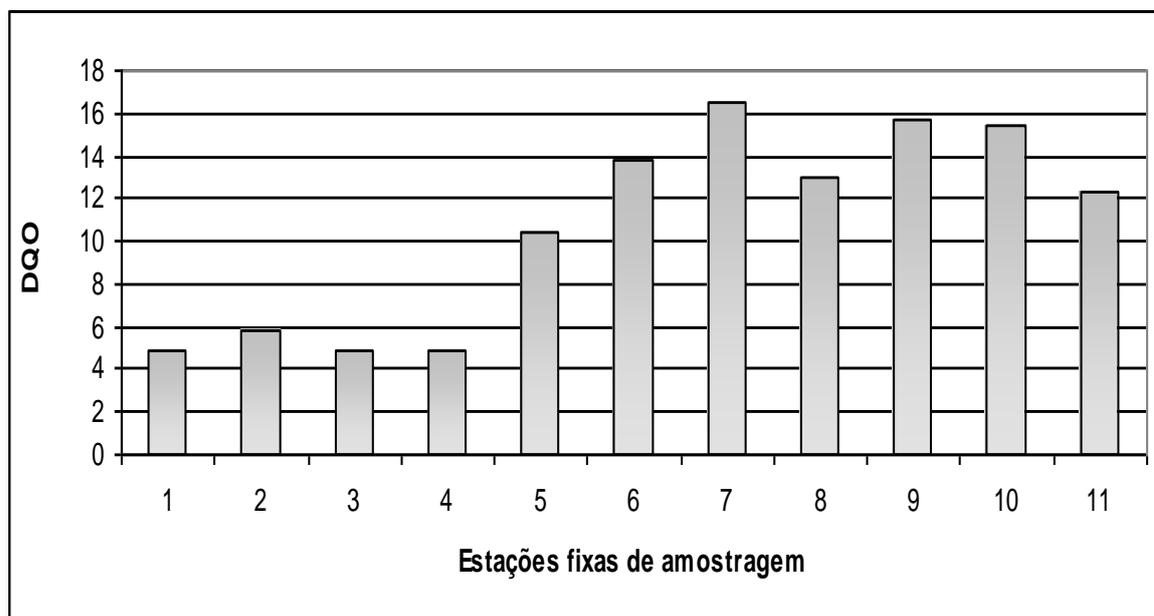


FIGURA 24 – Resultado de DQO (mg/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

A temperatura pode sofrer variações de ordem natural e antrópica, sendo um fator importante para o desenvolvimento dos organismos aquáticos. Em análises realizadas nas águas do córrego Marivan, em março de 2007, a temperatura variou de 23° a 25°C (FIGURA 25).

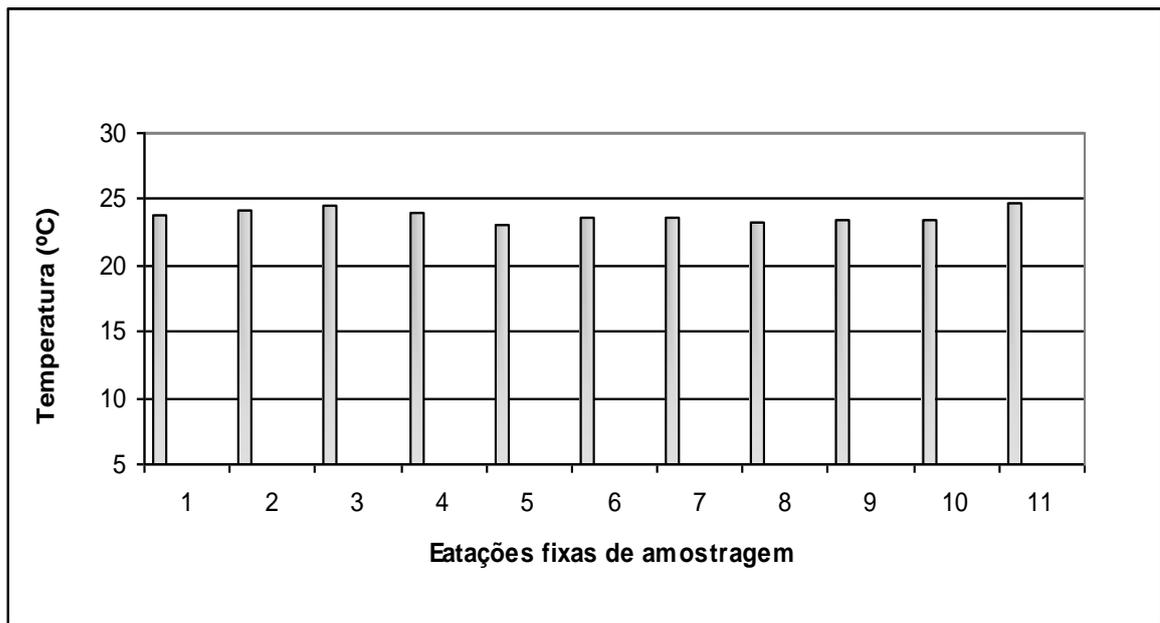


FIGURA 25 – Valores de Temperatura por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

Outro parâmetro importante para diagnosticar o uso e ocupação de uma microbacia hidrográfica é a condutividade elétrica. Segundo Teixeira (2000), os valores de condutividade elétrica refletem a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, e indicam a quantidade de íons presentes na água, sendo que, normalmente, as concentrações de íons em locais onde se lançam emissões industriais e urbanas são muito altas. Segundo Lot (2006), vários fatores como, a geologia da área de drenagem dos afluentes, o regime de chuvas e a influência antrópica ao qual o ambiente é submetido, influenciam na composição de íons dos ambientes aquáticos. Lot (2006) obteve na análise de condutividade da água do córrego Marivan o valor de 50,37  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Na presente pesquisa, com exceção da estação 3 (47  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), todas as demais apresentaram valores superiores ao encontrado por Lot (2006), ou seja, superiores a 50,37  $\mu\text{S}/\text{cm}$

As variações da medida de condutividade concedem informações a respeito da entrada e decomposição de matéria orgânica. Assim, de modo geral, os valores da condutividade aumentam quando os processos de decomposição se tornam mais intensos, principalmente devido à entrada de matéria orgânica no sistema (FREIRE, 2000 *apud* LOT, 2006). Dessa forma, os altos valores encontrados nas estações fixas de amostragem 8, 10, 7 e 6 justificam-se pelo aporte de matéria orgânica.

De acordo com Gradella (2006), a condutividade elétrica da água fornece importantes informações tanto sobre o metabolismo de ecossistema aquático quanto sobre os fenômenos desencadeadores na bacia de drenagem, ajudando na detecção das fontes poluidoras.

Nas análises realizadas no córrego Marivan, em março de 2007, observou-se que o maior valor de condutividade ocorreu na estação 08 (115 $\mu$ S/cm), enquanto o menor valor ocorreu na estação 03 (47 $\mu$ S/cm) (FIGURA 26).

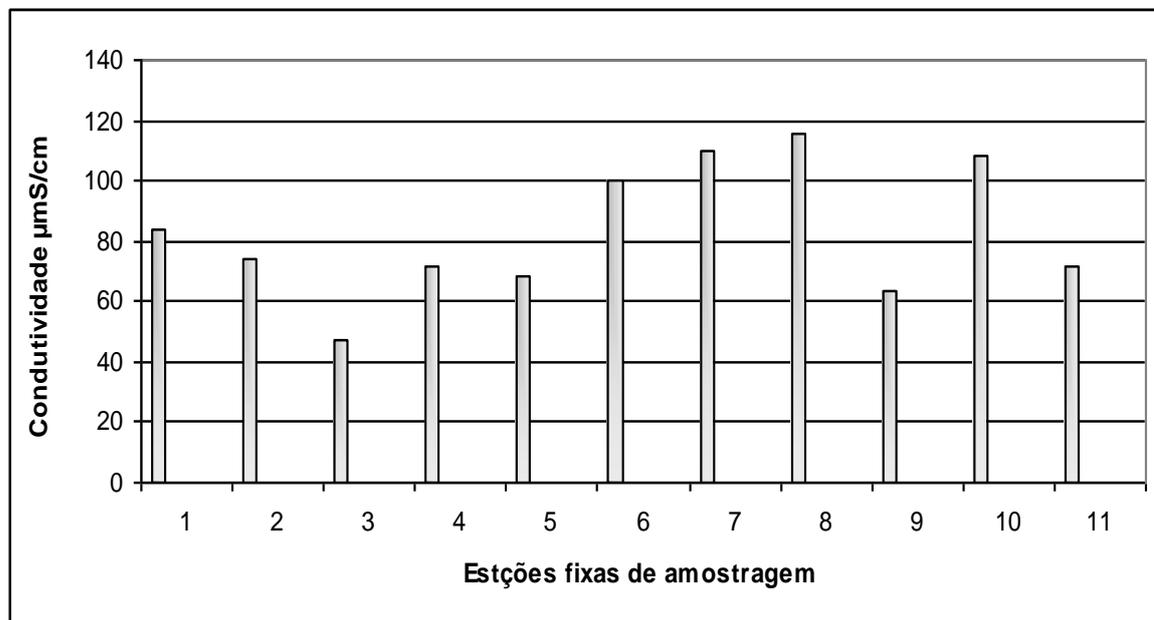


FIGURA 26 – Resultado de Condutividade ( $\mu$ S/cm) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

As águas naturalmente carregam uma série de materiais em suspensão, procedentes de diversas fontes. Esses materiais, conforme sua densidade diante das características do corpo receptor, sofrem sedimentação ao longo dos cursos d' água, causando maior ou menor impacto ambiental, além de reduzir a transparência das águas, podendo comprometer a energia luminosa imprescindível à fotossíntese (REBOUÇAS, 2002).

Os sólidos totais dissolvidos são resultantes da soma de todos os constituintes minerais presentes na água. A concentração total de sólidos dissolvidos (STD) é uma indicação geral de adequabilidade da água para uso doméstico e industrial (TOMAZONI *et al*, 2003).

Nas análises realizadas no córrego Marivan em março de 2007, observou-se que o maior valor de STD ocorreu na Estação 8 (0,08g/L) e a menor, na Estação 3 (0,03g/L) (FIGURA 27).

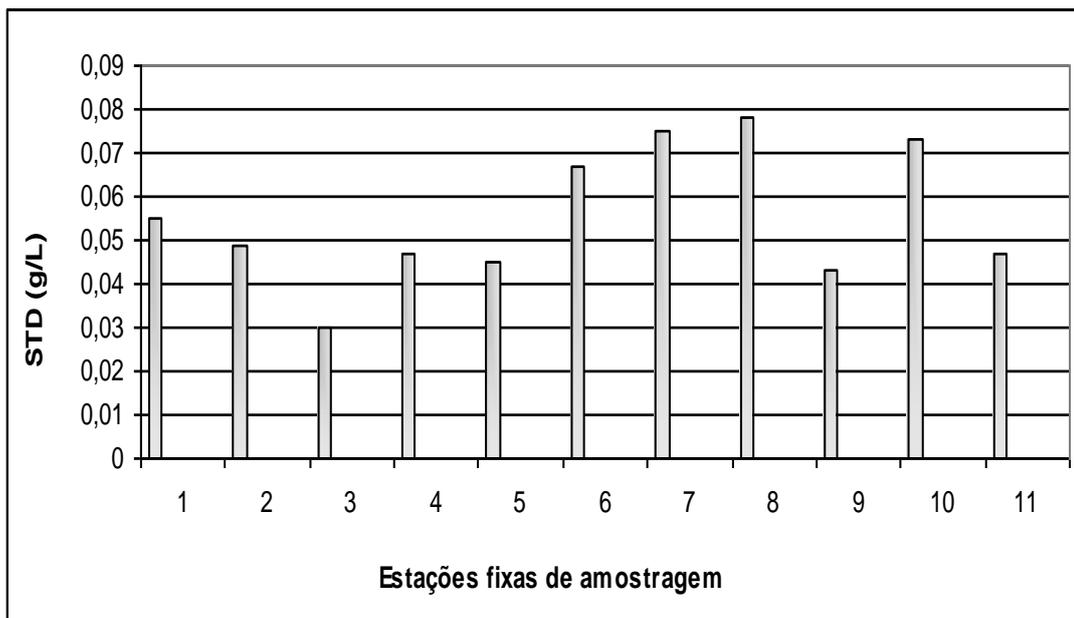


FIGURA 27 – Valores de STD (g/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

O oxigênio é de essencial importância para os organismos aeróbico, pode ser considerado um excelente parâmetro de análise de água, pois taxas reduzidas desse gás podem comprometer a sobrevivência da fauna aeróbica aquática. Nas análises realizadas “in loco” no córrego Marivan em março de 2007, observou-se que o maior valor de oxigênio saturado ocorreu na estação 10 (94,8%) e o menor na Estação 9 (51,6 %) (FIGURA 28).

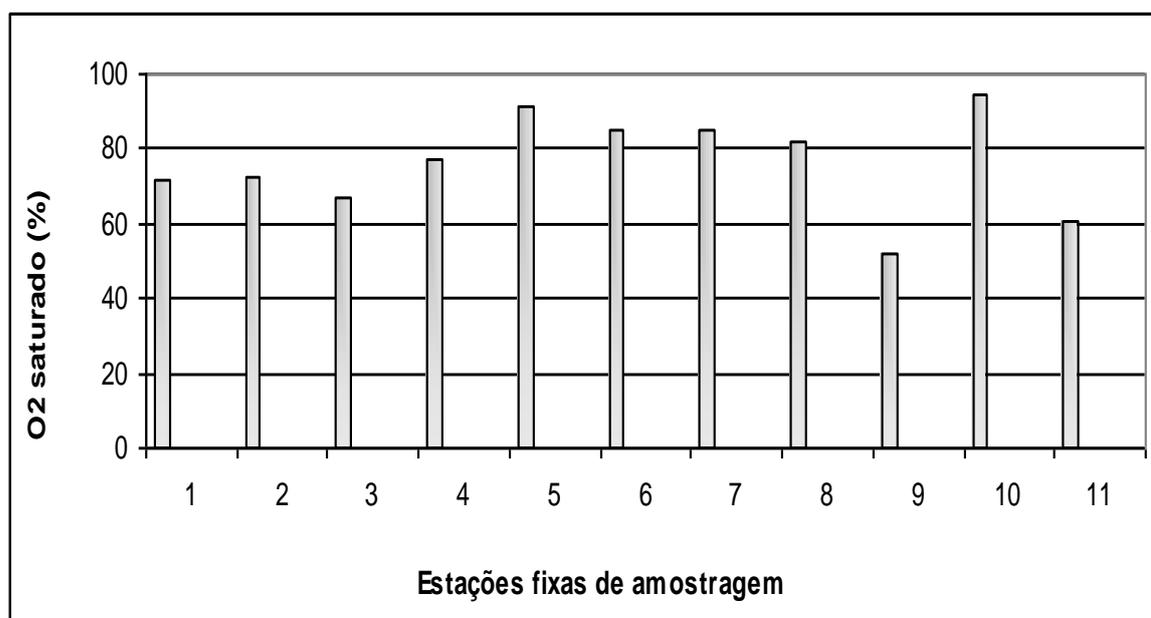


FIGURA 28 – Valores de Oxigênio saturado (%) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

O oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros para o controle de poluição das águas, de essencial importância para os organismos aeróbicos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar a redução da sua concentração no meio. A solubilidade do oxigênio dissolvido varia com a altitude e temperatura; concentrações em torno de 4 a 5 mg/L causam a morte de peixes mais exigentes, inferiores a 2 mg/L são letais para todos os peixes (LIMBERGER & CORRÊA, 2005).

Nas análises realizadas pelo DAAE em fevereiro de 2004, o oxigênio dissolvido variou de 4,3 mg/L na nascente a 7,3mg/L próximo à represa de captação; já em novembro de 2005 o oxigênio dissolvido na nascente ficou em 6,2 mg/L e 5,0 mg/L próximo à foz. Em outubro de 2006, a concentração de oxigênio dissolvido na nascente foi de 5,7 mg/L e em novembro, de 6,0 mg/L. Nas análises realizadas em março de 2007 durante a execução deste trabalho o oxigênio dissolvido ficou em 6,06 mg/L na nascente e 5,04 na foz, mostrando dessa forma similaridade com as análises do DAAE. Em análises realizadas na sub-bacia do ribeirão das Cruzes por Teixeira *et al* (2005), o oxigênio dissolvido variou de 4,4 mg/L a 7,8 mg/L. Isso mostra que a sub-bacia do Ribeirão das Cruzes e microbacia do Marivan não apresentaram pontos de coleta com oxigênio dissolvido inferior a 4,0 mg/L. Segundo a resolução CONAMA 357 de 2005, os corpos d'água enquadrados como classe 2 não podem apresentar oxigênio dissolvido inferior a 5,0 mg/L. Apenas a estação 9 apresentou valor inferior ao limite estabelecido pela CONAMA.

Segundo Teixeira *et al* (2005), em alguns pontos da sub-bacia do ribeirão das Cruzes, onde há a presença de corredeiras, os valores de oxigênio dissolvido são superiores a 7 mg/L, e o mesmo ocorre no córrego Marivan; nas estações fixas a jusante de corredeiras os valores de oxigênio dissolvido ficaram acima de 8,0 mg/L (FIGURA 29). Os pontos onde o oxigênio dissolvido ficou próximo de 5 indicam que o córrego Marivan pode estar recebendo cargas de matéria orgânicas de fontes alóctones.

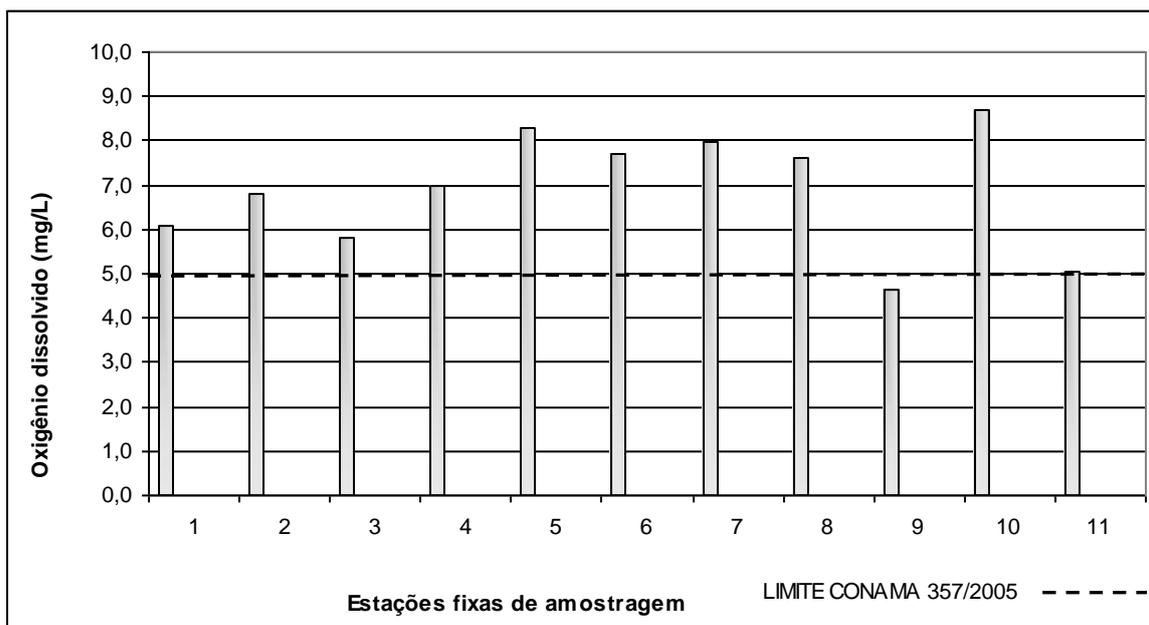


FIGURA 29 – Concentração de Oxigênio dissolvido (mg/L) por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

O pH também é um importante indicador de qualidade das águas, segundo Magini e Chagas (2003), expressa a concentração de íons de hidrogênio numa solução; valores entre 7 e 0 indicam aumento de hidrogênio livre, enquanto valores entre 7 e 14 indicam aumento de bases. Segundo os mesmos autores a temperatura, o substrato rochoso pelo qual os corpos d'água percorrem e o lançamento de efluentes influenciam os valores do pH nos corpos d'água. Esteves (1988) comenta que a maioria dos corpos d'água continentais tem pH que varia entre 6 e 8, e aqueles que apresentam valores baixos têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos, de origem alóctone e autóctone. Nas análises realizadas no ribeirão das Araras por Magini & Chagas no ano de 2003, o pH atingiu valores de 9,67 no ponto de anomalia térmica (33°C), identificando impactos causados pelos efluentes industriais. Já em áreas preservadas o pH mostrou-se neutro, levemente básico. Nas análises realizadas no córrego Marivan em março de 2007, o pH variou de 4,9 a 6,5, mostrando-se ácido e fora dos limites preconizados pela resolução CONAMA 357/2005 em 5 estações fixas de amostragem. A estação 3 apresentou maior acidez (4,9), enquanto as estações 7 e 11 apresentaram os valores mais próximos da neutralidade (6,5) (FIGURA 30). Na análise realizada por Lot (2006) no córrego Marivan, o pH também mostrou-se ácido (6,26).

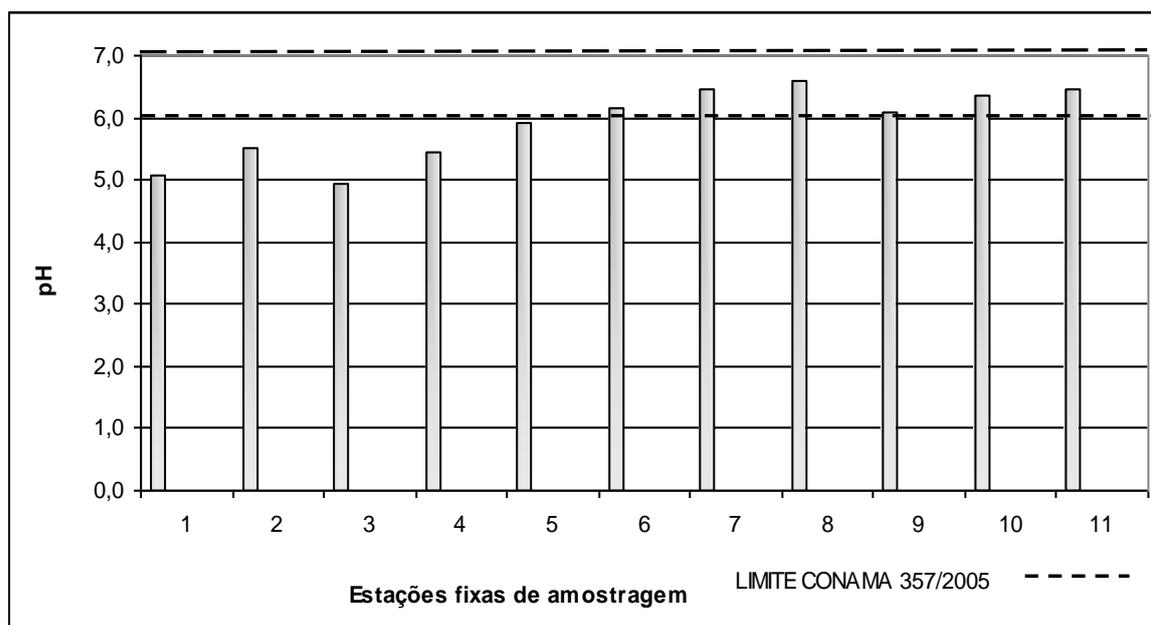


FIGURA 30 – pH por estações fixas de amostragem – córrego Marivan – Araraquara (SP) – março/2007

Os parâmetros de qualidade de água são importantes indicadores de estado, pois revelam que a microbacia sofre um processo de degradação, permitindo a identificação de possíveis fontes pontuais e difusas de contaminação e/ou poluição. Dessa maneira, uma rede de monitoramento de qualidade de água para o córrego Marivan pode contribuir com a gestão preditiva dos recursos hídricos.

Um importante trabalho realizado por Macedo (2007) sobre a avaliação do sistema de monitoramento dos recursos hídricos, e da viabilidade da aplicação CONAMA 357 para a sub-bacia do ribeirão das Cruzes revela que deve haver pertinência na escolha dos parâmetros de qualidade da água, devido ao alto custo das análises, pois muitos deles tornam-se desnecessários na realidade local, devido às características da região.

Outro aspecto que deve ser considerado, segundo o mesmo autor, é a escolha correta das estações de amostragem, pois o excesso ao longo de um trecho pode levar a dados redundantes para o objetivo proposto, além de encarecer o projeto. Todavia, a falta de estações de amostragem pode significar a perda de informações importantes, tornando o projeto ineficiente.

Para finalizar, o autor, conclui que a frequência deve ser definida de modo que possam ser observadas as questões sazonais e temporais dos parâmetros utilizados.

#### 6.4 Caracterização socioeconômica da microbacia

Os resultados da pesquisa sobre o grau de escolaridade (FIGURA 31) apontam para índices bastante elevados, 36% dos responsáveis pelas famílias possuem entre 12 e 17 anos de estudo, ou seja, nível superior ou especialização. E 35% têm o ciclo fundamental completo (6 a 11 anos de estudo). O elevado grau de instrução para as condições brasileira, indica potencialmente boas condições sociais e econômicas, uma vez que melhores qualificações significa melhores condições profissionais.

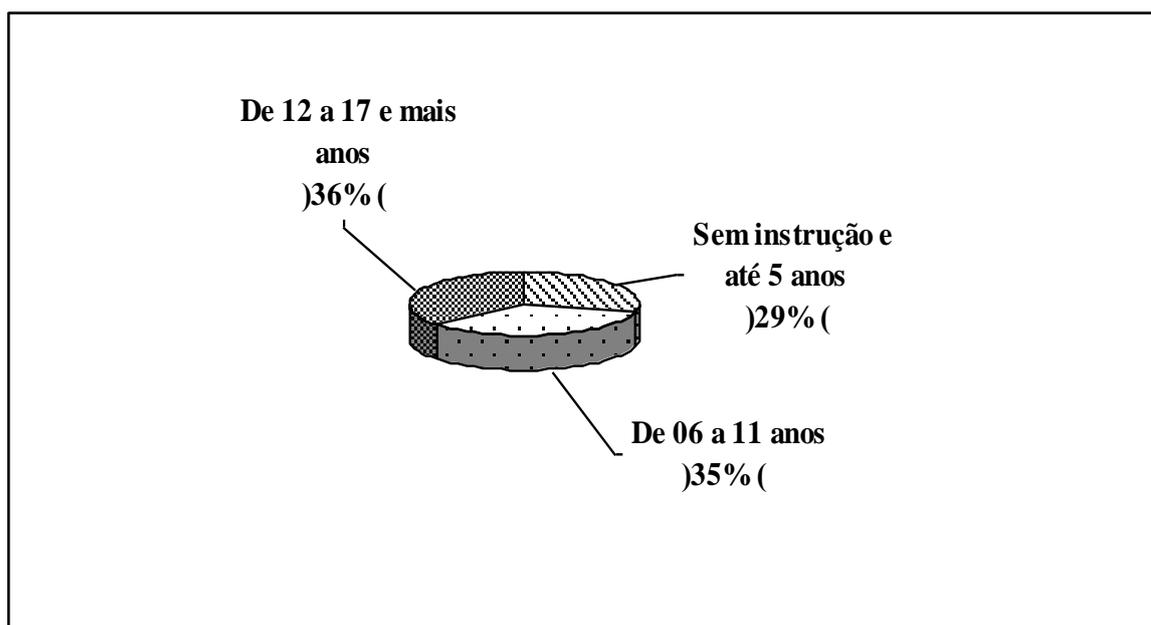


FIGURA 31 – Anos de estudo dos responsáveis pelas famílias da microbacia do Marivan – Araraquara (SP). Fonte: IBGE 2000

Segundo os dados do IBGE (2000), a renda dos responsáveis pelas famílias está distribuída da seguinte forma: 13% ganham mais de 20 salários mínimos; 10%, de 15 a 20 salários mínimos; 11%, de 10 a 15 salários mínimos; 26%, de 5 a 10 salários mínimos. Portanto, mais de 60% ganham mais de 5 salários mínimos. A renda dos responsáveis pelas famílias da microbacia do córrego Marivan, comparada com os dados do Sistema Estadual de Dados (SEADE) de 2004, é muito maior que a renda per capita média do estado de São Paulo que correspondia a R\$ 590,00, e a do Brasil que correspondia a R\$ 490,00 (SEADE, 2008), tendo como base o salário mínimo no valor estipulado de R\$ 415,00 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2008).

Com renda inferior a 5 salários mínimos estão enquadrados 40% dos responsáveis pelas famílias. Desses, 6% não apresentam renda, 5% ganham entre  $\frac{1}{2}$  e 1 salário mínimo, 7% mais de 1 a 2 salários mínimos e 7%, recebem mais de 2 a 3 salários mínimos, portanto, 19%

dos responsáveis ganham até 3 salários mínimos, e os 15% restantes enquadram-se entre os que ganham mais de 3 a 5 salários mínimos (FIGURA 32).

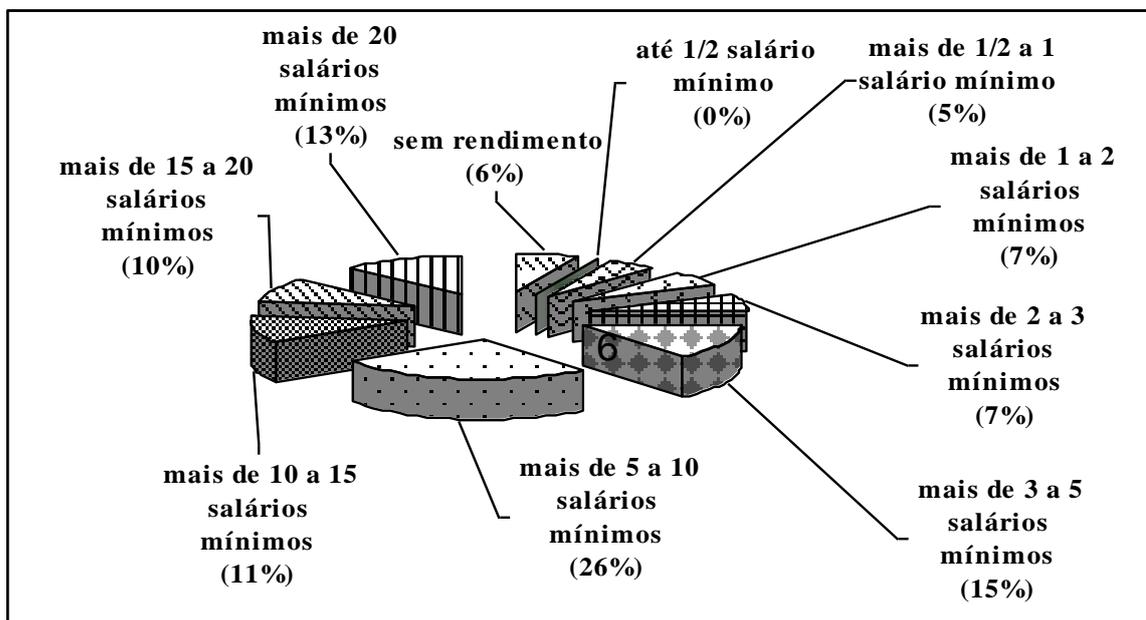


FIGURA 32 – Renda dos responsáveis pelas famílias da microbacia do Marivan – Araraquara (SP). Fonte: IBGE 2000

A elevada condição econômica de parte da população permite que 66 % dos imóveis sejam próprio-quitados, 3% estejam em aquisição, 25%, alugados e apenas 6% dos imóveis são emprestados, desses, 1% é fornecido pelo empregador e 5% cedido de outra forma (FIGURA 33).

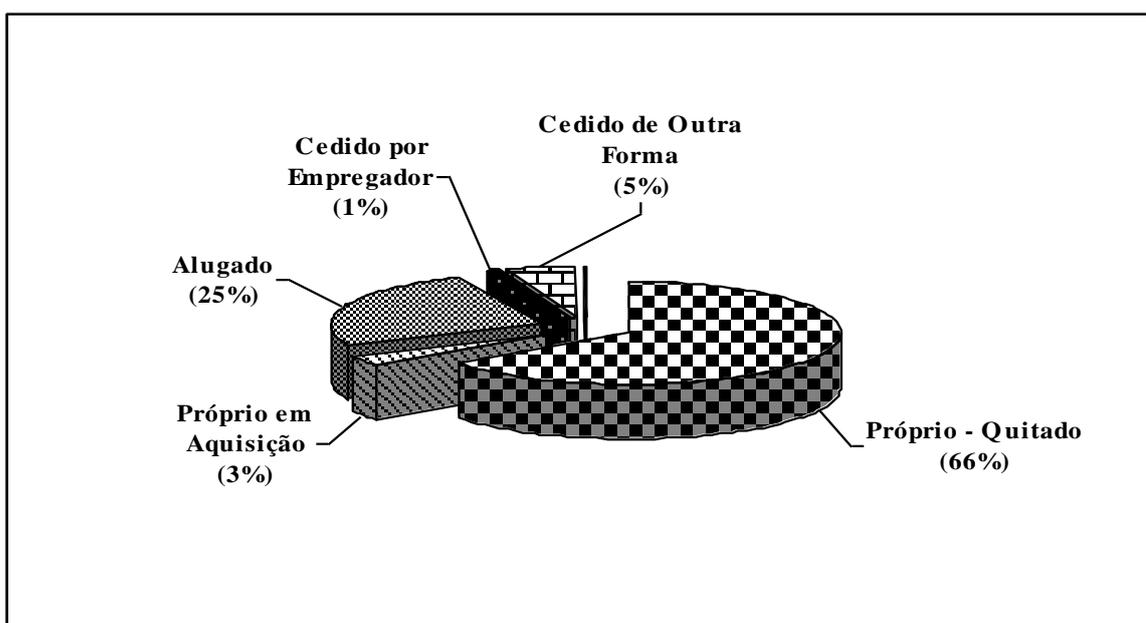


FIGURA 33 – Condição de ocupação das famílias da microbacia do Marivan – Araraquara (SP). Fonte: IBGE 2000

Outro aspecto importante de se observar são as excelentes condições sanitárias na região. Em relação ao abastecimento de água dos domicílios, dos 1.262 imóveis, 99,45% possuem água canalizada em pelo menos 1 cômodo, percentual elevado se comparado à realidade brasileira. Do restante possui 0,24 % possui água canalizada no terreno e 0,32%, abastecimento por água de poço canalizada (FIGURA 34).

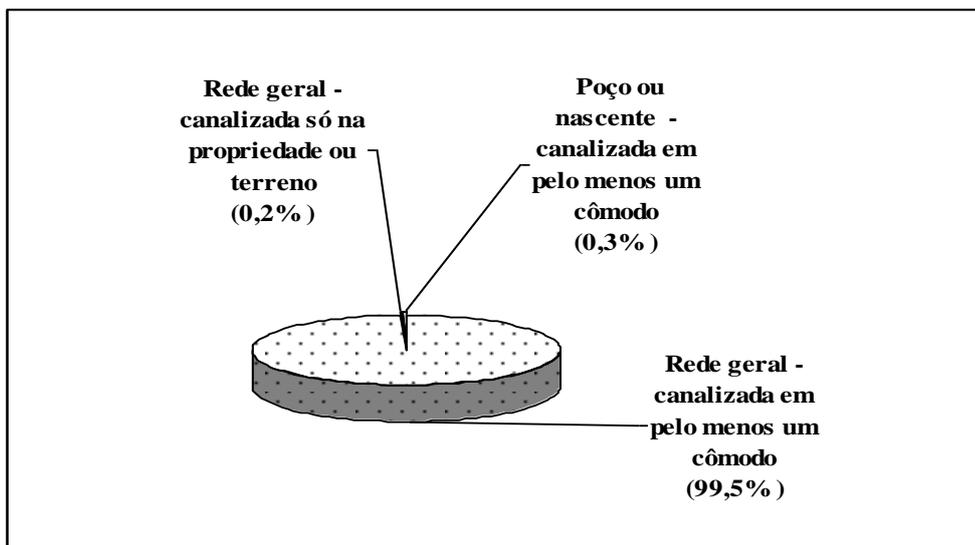


FIGURA 34 – Tipo de abastecimento de água dos domicílios da microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP). Fonte: IBGE 2000

Resultados semelhantes foram observados com o esgotamento sanitário: 99,4% dos imóveis possuem rede de coleta de esgoto, e apenas 0,1% utilizam fossa séptica, 0,3%, fossa rudimentar e 0,2% não possuem banheiro, ou seja, menos de 1% dos imóveis não possuem rede de esgotamento sanitário. A microbacia do córrego Marivan possui cobertura de rede de água e esgotamento sanitário maior que a média dos municípios da Região Sudeste, que é de 78% e 53%, respectivamente (FIGURA 35).

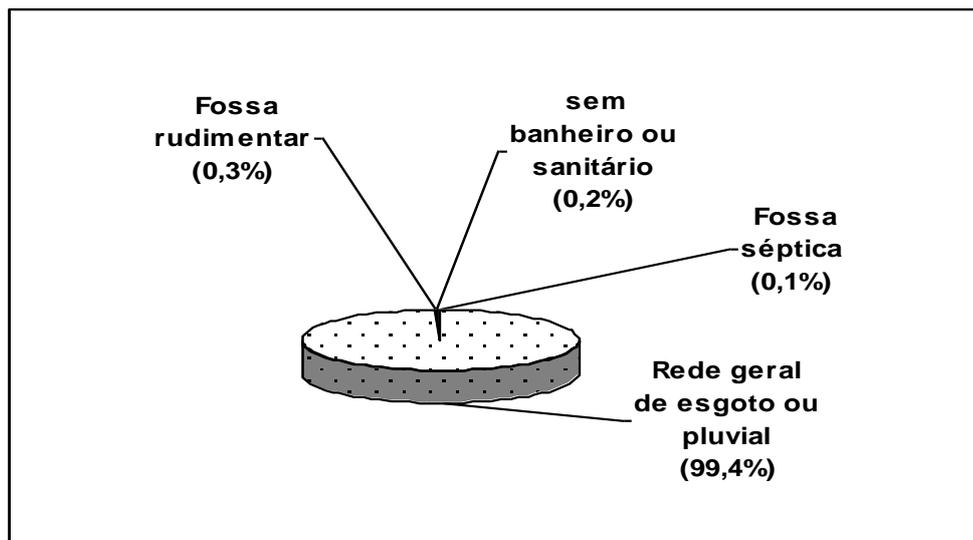


FIGURA 35 - Tipo de esgotamento sanitário dos domicílios da microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP). Fonte: IBGE 2000

Quanto o destino do lixo, 99,7% dos imóveis são atendidos pela coleta do serviço de limpeza municipal, 0,2% queimam e 0,1% enterram o lixo. Menos de 1% não destina corretamente o lixo. (FIGURA 36).

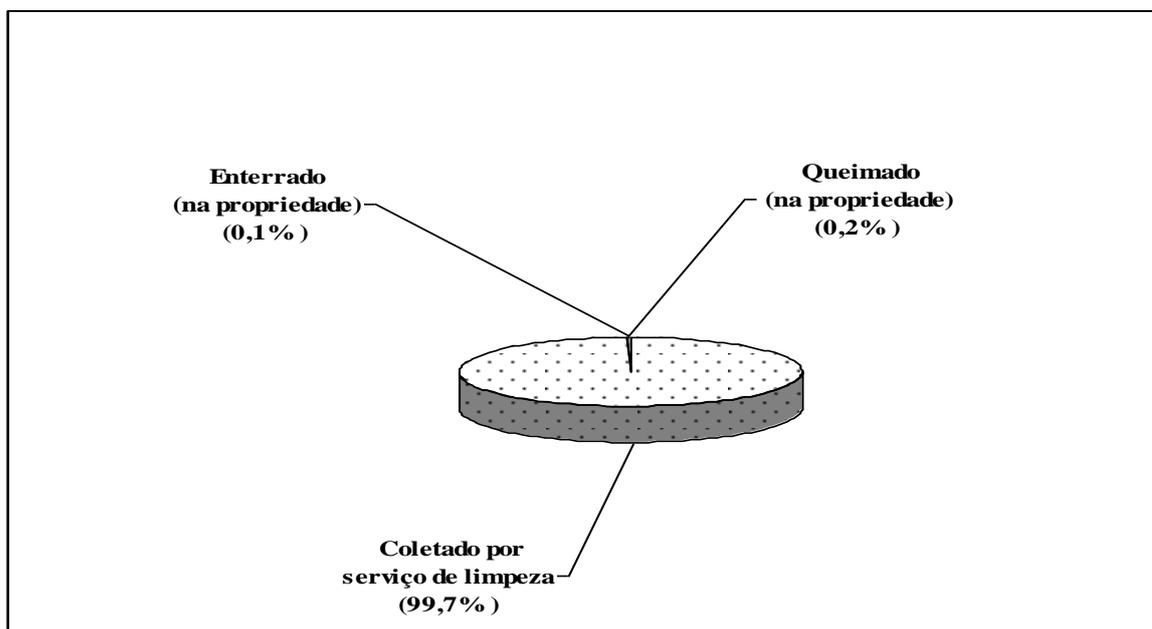


FIGURA 36 - Tipo do destino do lixo dos domicílios da microbacia do córrego Marivan – Araraquara – SP. Fonte: IBGE 2000

É importante observar que as condições sanitárias na microbacia do córrego Marivan são adequadas, não somente pelo poder aquisitivo e grau de instrução da população, mas também pela cobertura dada pelo órgão ambiental - DAAE, que oferece infra-estrutura para abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, conta ainda com rede apropriada de coleta de esgoto, que o destina para estação de tratamento.

As condições econômicas e sociais da população e sanitárias na microbacia do córrego Marivan estão intimamente relacionadas, sendo interdependentes, pois os percentuais elevados de anos de estudo, teoricamente, permitem que os responsáveis pelas famílias consigam uma melhor colocação no mercado de trabalho e, conseqüentemente, recebam melhores salários, alavancando a situação econômica e permitindo o acesso ao imóvel próprio ou condições para pagar aluguel.

### 6.5 Percepção ambiental de parte da população da microbacia

Os resultados apresentados a seguir referem-se à avaliação da percepção ambiental de parte da população residente na microbacia.

As questões de 1 a 6 serviram para caracterizar o entrevistado. Os pré-requisitos para participar da pesquisa, após o sorteio descrito na metodologia, foram: residir naquele endereço, ser dono (a) da residência e ajudar de alguma forma na manutenção da mesma.

A primeira questão classifica o entrevistado quanto ao gênero. Foram entrevistados 30 homens e 41 mulheres (FIGURA 37).

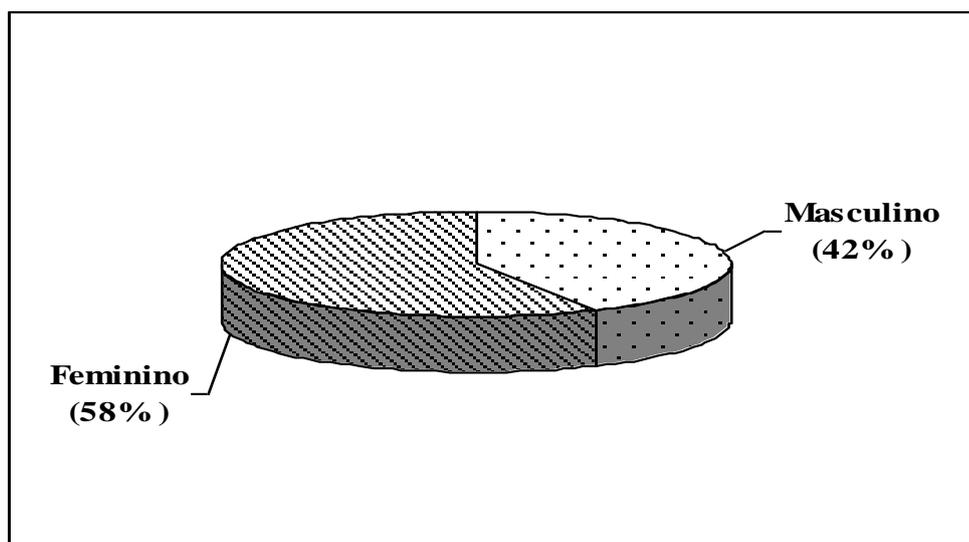


FIGURA 37 – Distribuição dos participantes por gêneros

À faixa etária dos entrevistados, observou-se uma maior concentração de entrevistados na faixa de 41 a 50 anos (26%) e na de 51 a 60 (25%), ou seja, 51% da amostra tem mais de 41 anos. Dos 71 questionários aplicados, 3% preferiram não informar a idade (FIGURA 38).

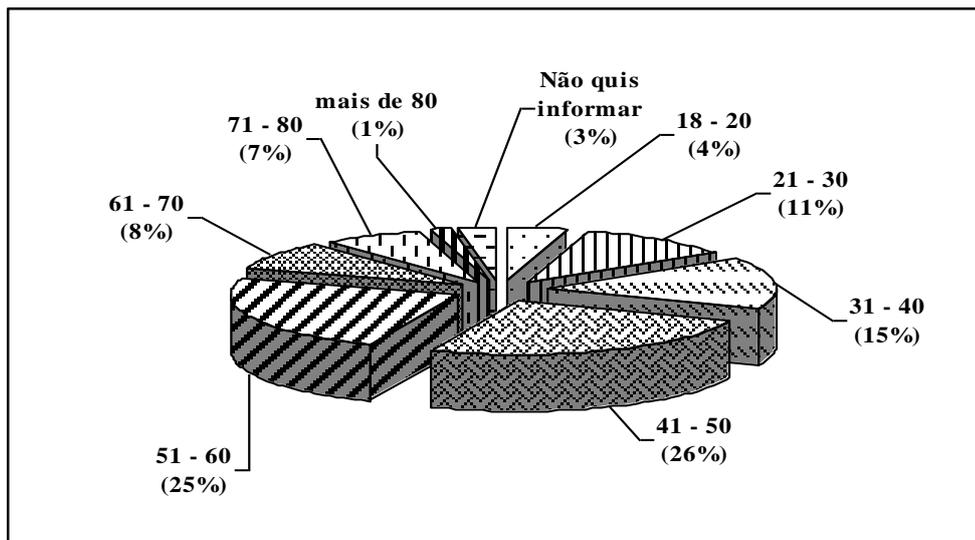


FIGURA 38 – Faixa etária dos participantes

A maior parte dos entrevistados (44) são naturais de Araraquara (SP), e 27 deles são oriundos de outra localidade (FIGURA 39).

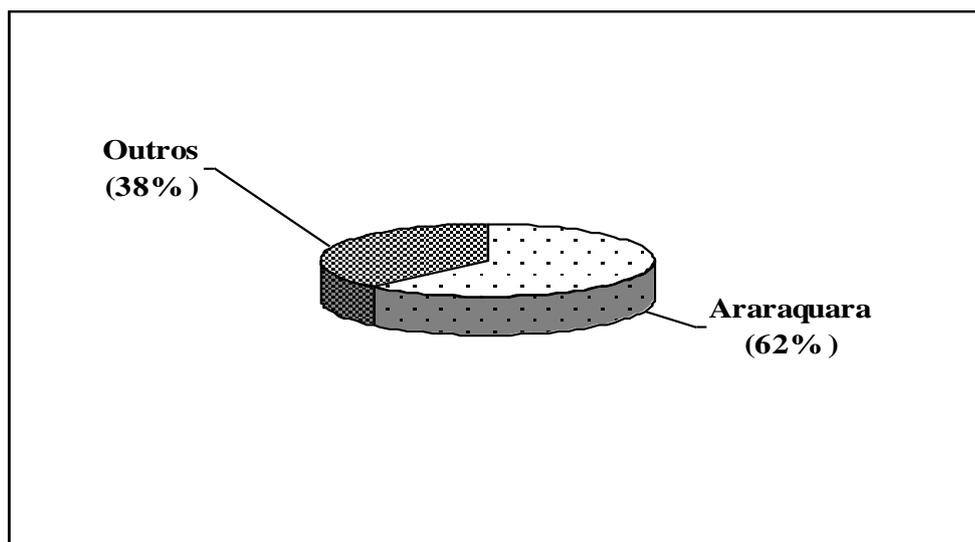


FIGURA 39 – Local de origem dos participantes

Apenas 6 participantes residem há menos de 1 ano na microbacia; na 20 estão entre os que residem de 1 a 5 anos; 13, de 6 a 10 anos; 9, de 11 a 15 anos; 4, de 16 a 20 anos; e 19 residem mais há mais de 20 anos na microbacia (FIGURA 40).

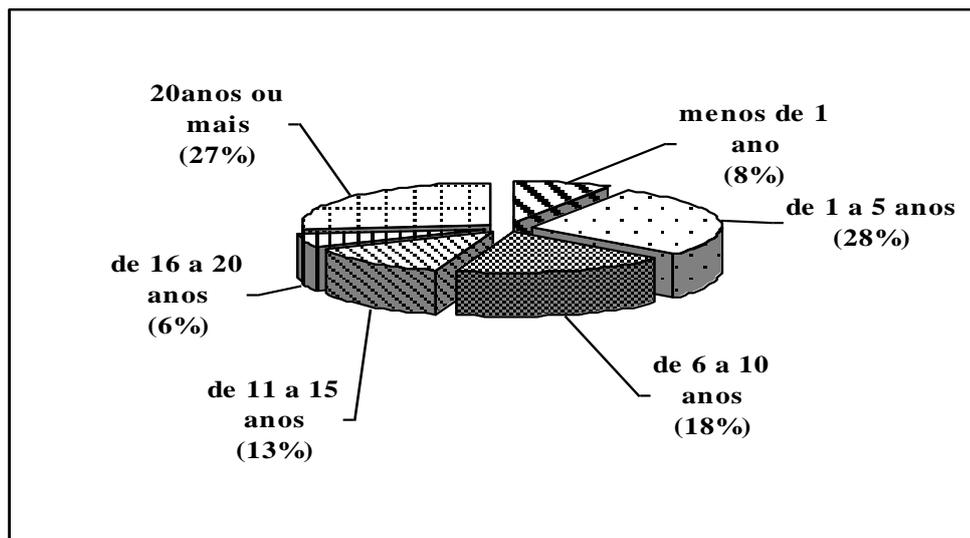


FIGURA 40 – Tempo de residência dos participantes junto à microbacia do córrego Marivan – Araraquara (SP)

Os dados apontam uma predominância dos participantes com ensino médio completo (24), seguido daqueles com superior completo (18). Apenas 1 possuía pós-graduação (FIGURA 41).

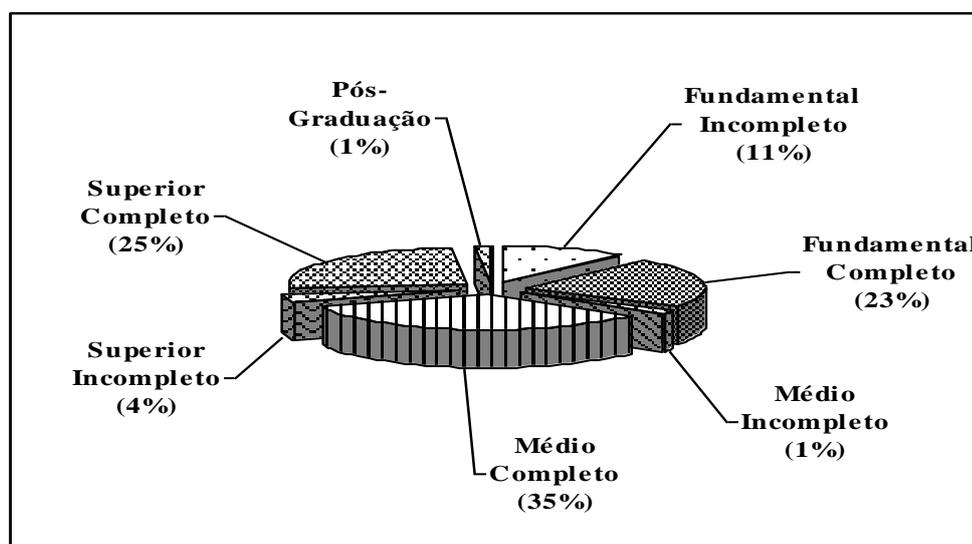


FIGURA 41 – Nível de instrução dos participantes

Quanto à classe social, a maioria dos participantes incluiu-se na classe média baixa (28); 27, na classe média alta; 10, na classe alta; 6, na classe baixa (FIGURA 42).

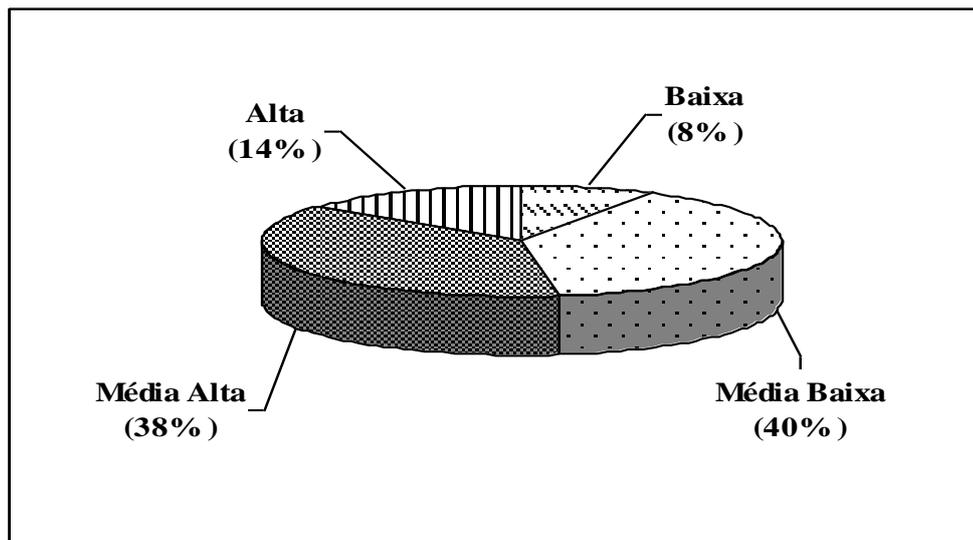


FIGURA 42 – Classe socioeconômica dos participantes

A segunda parte do questionário tratou de averiguar a percepção ambiental do entrevistado em relação às principais questões que ocorrem na microbacia.

Os resultados apontam que 45 dos entrevistados não sabem o significado da palavra microbacia, enquanto os outros 26 dizem conhecer o significado (FIGURA 43).

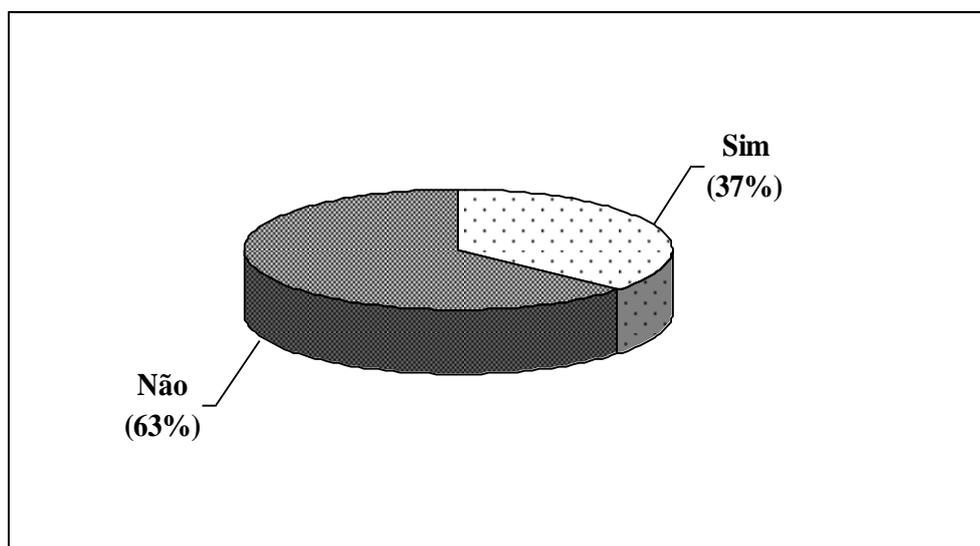


FIGURA 43 – Conhecimento sobre o significado da palavra microbacia

Entretanto, dos 71 participantes, apenas 6 afirmaram saber em qual microbacia residem, e apenas 4 acertaram a resposta (FIGURA 44).

Assim como na presente pesquisa, no trabalho sobre percepção ambiental realizado por Tonissi (2005) na microbacia do córrego da Água Quente – município de São Carlos, apenas 8% dos entrevistados souberam informar o nome do córrego que forma a microbacia. Segundo Lima (2003), isso se deve ao fato de que há bem poucos estudos sobre o gerenciamento de recursos hídricos ou sobre desenvolvimento urbano com enfoque em bacias

hidrográficas, que consideram a percepção ambiental como fonte de informação, e raramente a população tem acesso aos dados técnicos produzidos a partir das pesquisas, ficando sujeitos à situação ambiental da bacia da qual fazem parte.

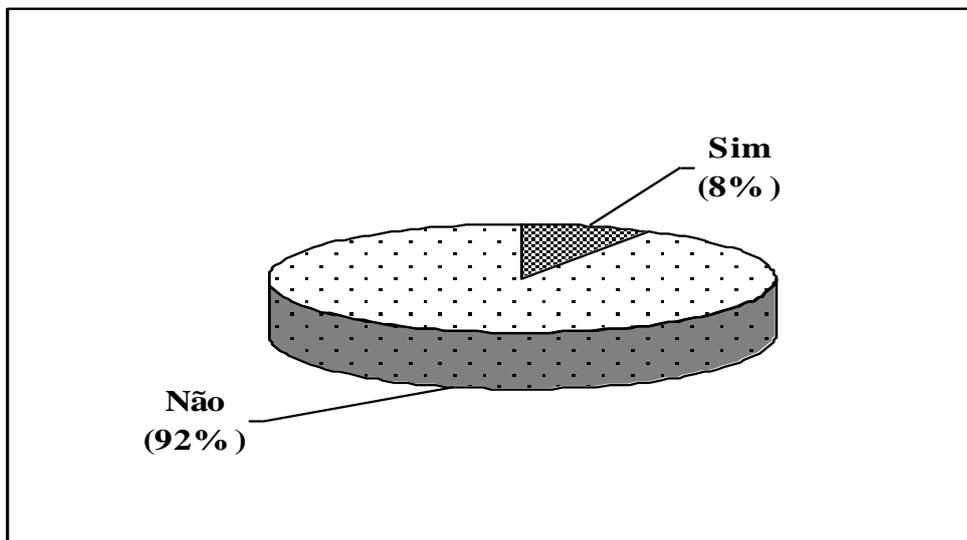


FIGURA 44 - Conhecimento dos entrevistados sobre a microbacia em que reside

Os resultados a seguir estão relacionados com os problemas ambientais ligados diretamente com o córrego Marivan.

A metade, 35 entrevistados, diz não saber a importância do córrego para o abastecimento de água do município. Já 18 dos entrevistados entendem que o córrego é muito importante para o abastecimento de água do município de Araraquara (FIGURA 45).

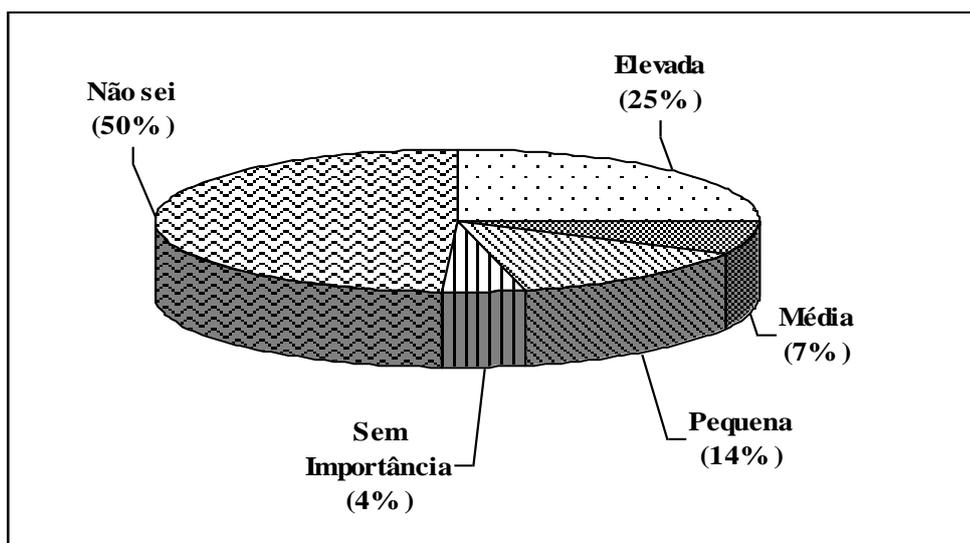


FIGURA 45 - Percepção dos moradores sobre a importância do córrego Marivan para o abastecimento de Araraquara (SP)

Em relação à qualidade da água do córrego Marivan o desconhecimento é ainda maior: 52 dos participantes não sabem sobre a qualidade da água. Nenhum dos participantes acha a água do córrego ruim e 3 acreditam que a qualidade é péssima. Os que acham a água ótima, boa e regular, somados, chegam a 16 participantes (FIGURA 46).

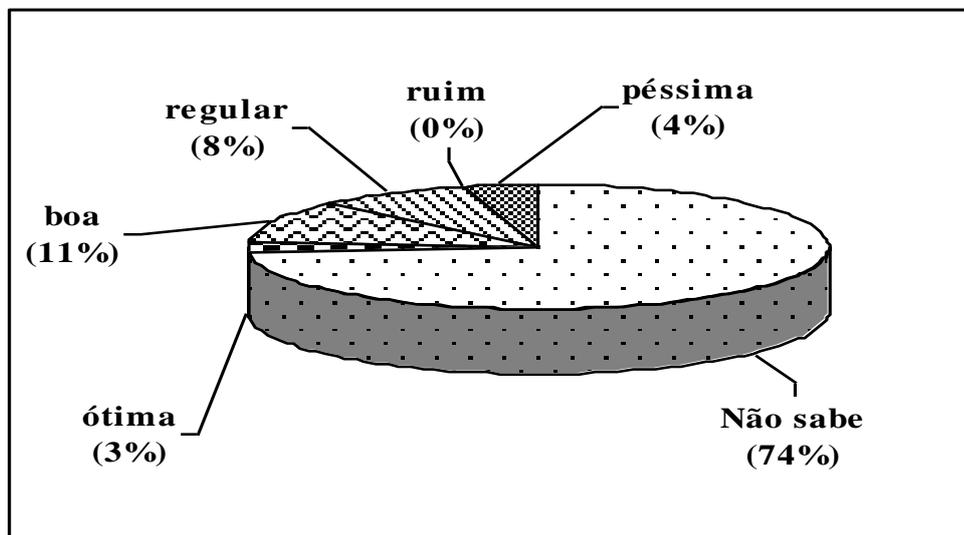


FIGURA 46 - Percepção sobre a qualidade da água do córrego Marivan – Araraquara (SP)

A análise da percepção dos entrevistados quanto à questão da relação do lixo com a degradação da qualidade da água mostra que 54 dos participantes acreditam que o lançamento de lixo no córrego Marivan interfere na qualidade de suas águas, e apenas 5 não acreditam que o lixo não interfere na qualidade das águas (FIGURA 47).

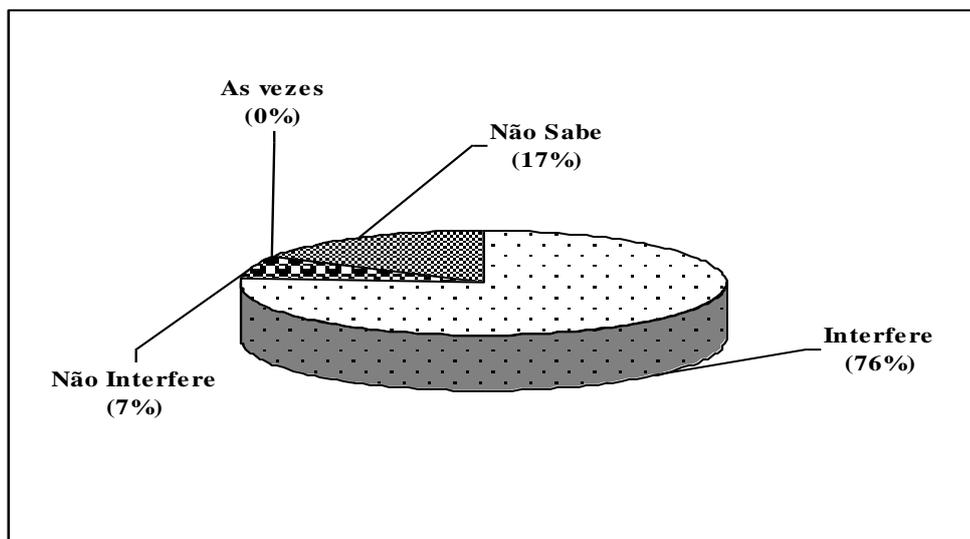


FIGURA 47 - Percepção sobre a influência do lixo sobre a qualidade das águas do córrego Marivan – Araraquara (SP)

Para 48 dos participantes, a retirada ou a inexistência da vegetação interferem na quantidade e qualidade das águas do córrego, enquanto 18 deles não sabem e 5 acreditam que não influencia na qualidade das águas (FIGURA 48).

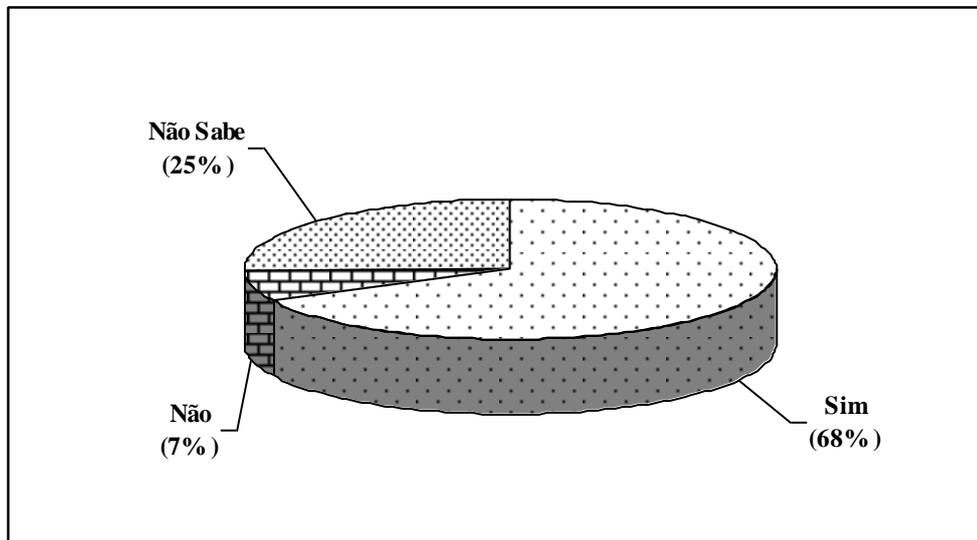


FIGURA 48 – Percepção dos participantes quanto à retirada ou inexistência de vegetação e a qualidade das águas do córrego Marivan – Araraquara (SP)

A influência da erosão na quantidade e qualidade da água é percebida por 48 dos entrevistados; já 20 não sabem informar, enquanto 3 não acreditam que o processo erosivo possa influenciar na quantidade e qualidade das águas (FIGURA 49).

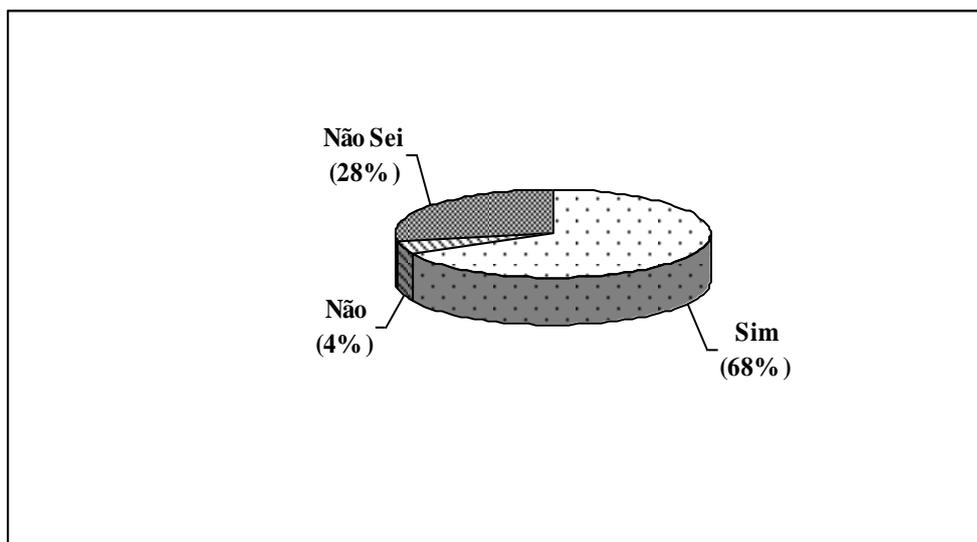


FIGURA 49 – Percepção dos participantes quanto ao processo erosivo e a quantidade e qualidade da água do córrego Marivan – Araraquara (SP)

Dos 71 entrevistados, 48 acreditam que o assoreamento pode contribuir com a degradação qualitativa e quantitativa das águas do córrego Marivan, 21 dos não sabem informar e para apenas 1 o assoreamento não degrada as águas do córrego (FIGURA 50).

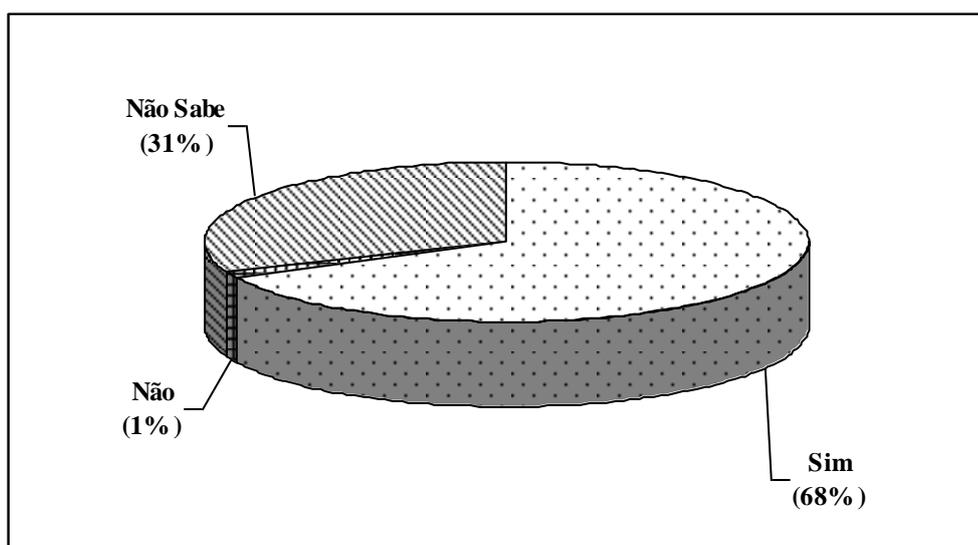


FIGURA 50 - Percepção dos participantes quanto ao assoreamento e a degradação dos recursos hídricos do córrego Marivan

Para a grande maioria dos participantes (69), as queimadas em seu bairro são frequentes, 7 afirmam que elas não ocorrem e 1 respondeu não perceber (FIGURA 51).

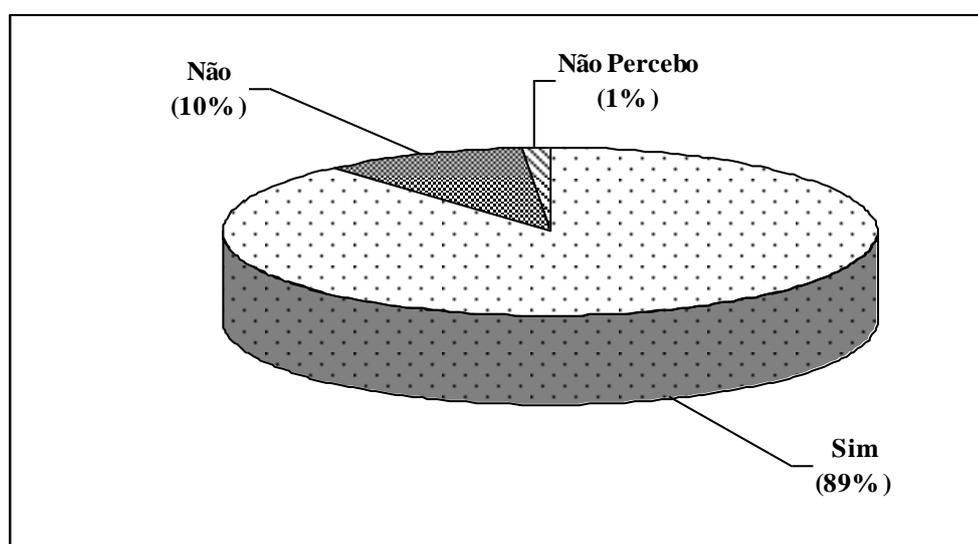


FIGURA 51 – Percepção dos participantes em relação às queimadas urbanas

Dos entrevistados que na questão anterior afirmaram que as queimadas são frequentes, 34 atribuem esse impacto à queima de áreas urbanas, 16 acreditam que a origem seja a queima da palha da cana-de-açúcar e 18 acham que é a falta de responsabilidade das pessoas que colocam fogo propositalmente nos terrenos. Os outros entrevistados atribuíram as queimadas a uma série de fatores: fogo proposital, lixo e mato seco em terreno, preguiça da prefeitura, ignorância e falta de educação (FIGURA 52).

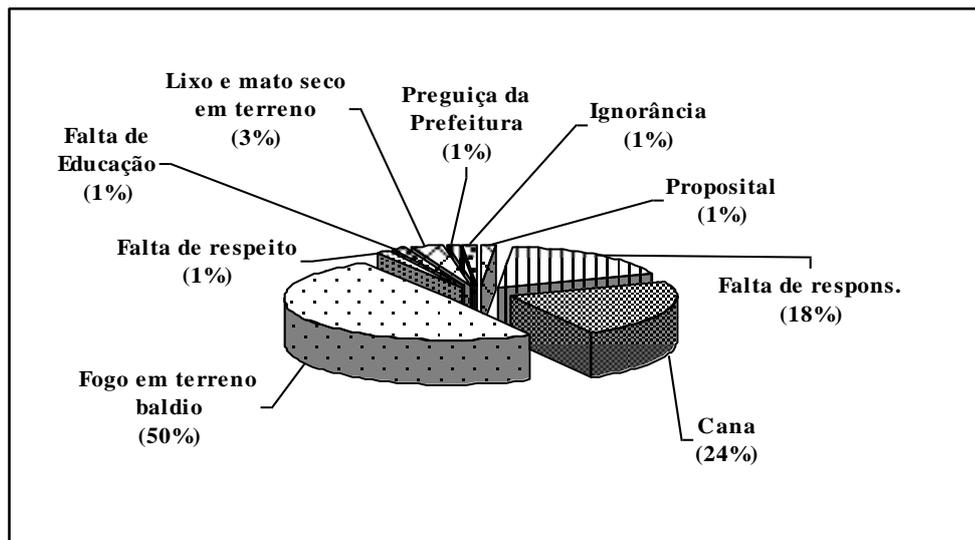


FIGURA 52 – Principais responsáveis pelas queimadas urbanas

No questionário de percepção ambiental aplicado junto a uma amostra populacional da microbacia do Marivan, observa-se que não há um envolvimento da população com o ecossistema onde residem; mesmo a maioria dos entrevistados sendo naturais de Araraquara, grande parte deles não sabe em qual microbacia reside, a importância do córrego Marivan para o abastecimento de água do município e afirma não ter conhecimentos sobre a qualidade da água.

Já as questões referentes aos impactos ambientais que ocorrem no córrego, e conseqüentemente podem comprometer a quantidade e qualidade de suas águas, são bastante conhecidas pela população: 76% acreditam que o lixo lançado no córrego pode comprometer a qualidade e quantidade de suas águas e 68% acreditam que a retirada da mata ciliar, erosão e assoreamento degradam a qualidade e quantidade das águas. Esse alto percentual não está relacionado ao envolvimento dos entrevistados com o córrego, pois muitos deles deixam claro nem mesmo conhecê-lo, essas afirmativas derivam da escolaridade (35% com ensino médio completo e 25% superior completo) e pelas informações advindas dos meios de comunicação, o que pode ser observado na terceira etapa do questionário.

Na terceira etapa do questionário procurou-se verificar quais as principais fontes de informações dos participantes em relação os assuntos tratados anteriormente. Para 50 dos entrevistados a TV é a fonte mais acessível, 38 acreditam ser o rádio, 30 jornais e revistas, 18 informam-se com os amigos, 12 em escolas e universidades e 3 pela internet (FIGURA 53).

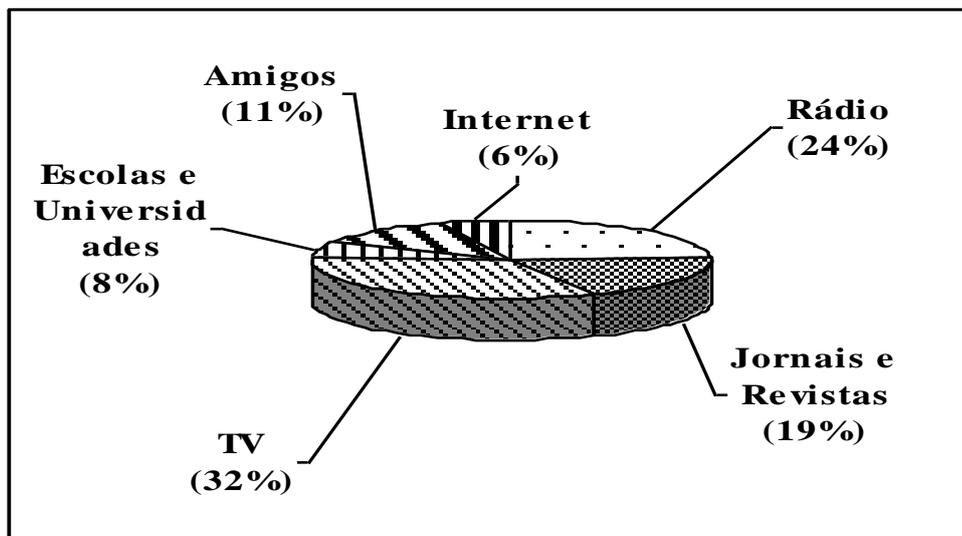


FIGURA 53 – Fontes de informações sobre os assuntos tratados anteriormente

Um pouco mais da metade do grupo de participantes (36) se considera suficientemente informado, 27 responderam que se sentem pouco informados e 8, desinformados (FIGURA 54).

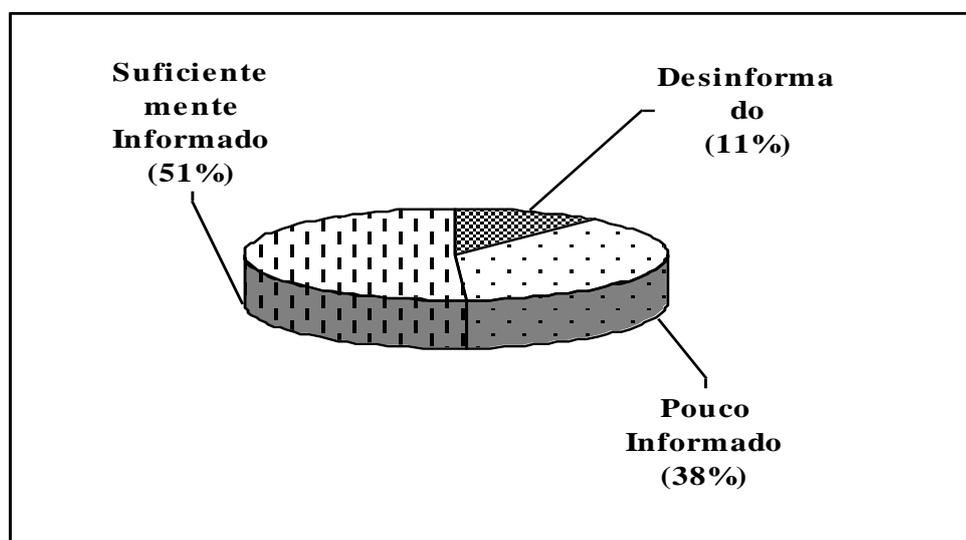


FIGURA 54 - Nível de informação quanto ao abastecimento de água e o problema de poluição dos rios

No questionário de percepção ambiental e participação pública, aplicado por Lima (2003) junto aos moradores da bacia hidrográfica do Monjolinho na cidade de São Carlos, a maioria dos entrevistados (43%) também citou a televisão como principal fonte de informação. Segundo Crespo (1992) *apud* Lima (2003), o aspecto positivo de se utilizar a mídia para apresentar as questões ambientais de forma ágil e dinâmica a uma parcela

significativa da sociedade, ampliando a divulgação do assunto e fixando a problemática, pode estimular a novas demandas por parte da sociedade, levando os meios de comunicação a colaborar na divulgação do conteúdo referente ao assunto.

A quarta etapa do questionário abordou as questões referentes aos hábitos e costumes dos participantes. Por meio das respostas, pretendeu-se verificar quais atitudes são tomadas para minimizar os impactos potenciais.

Nesta etapa, parte das questões avaliou a credibilidade dada ao serviço de abastecimento de água de Araraquara, especificamente quanto ao tipo de água consumida pela família em sua residência. A grande maioria, 44 dos participantes, bebe água filtrada, 22, água mineral; e 5, da torneira sem filtrar (FIGURA 55).

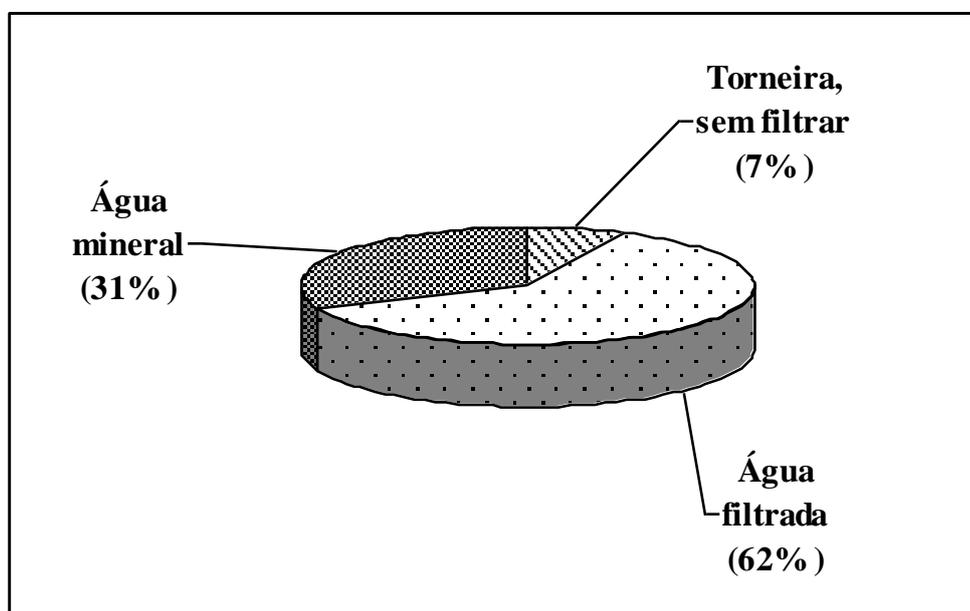


FIGURA 55 - Tipo de água consumida pelos participantes

A grande maioria dos entrevistados (60) não soube quantificar o número de litros consumidos diariamente na suas residências ou estabelecimento comercial (FIGURA 56).

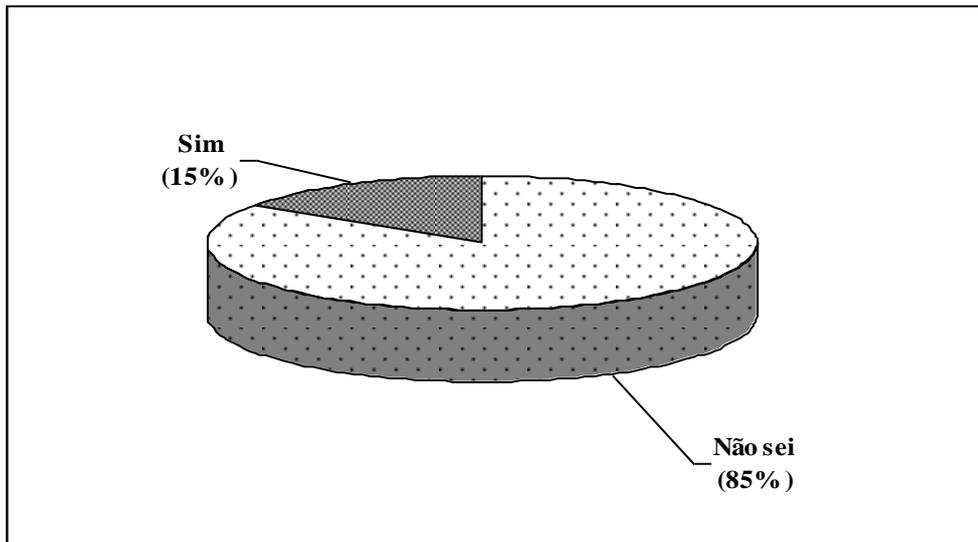


FIGURA 56 – Percepção do participante sobre quantos litros de água consome diariamente em sua residência

Quando questionados sobre as atividades cotidianas que geram maior gasto de água na residência 25, apontaram a lavagem de calçadas; 21, a lavagem de roupas; 16, banho e higiene pessoal; 9, descarga do vaso sanitário; 7, limpeza de casa; 3, plantas e jardinagem; e 1, outros gastos (FIGURA 57).

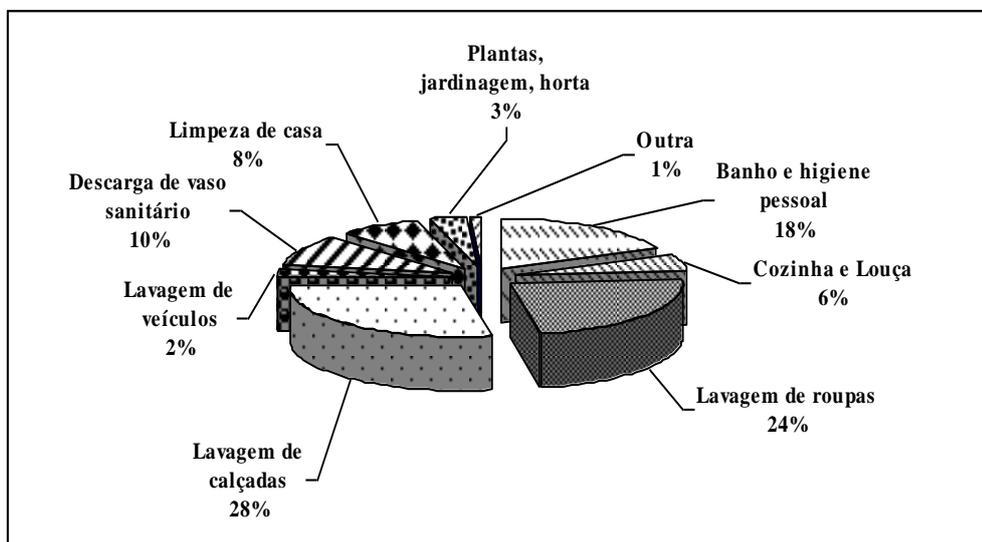


FIGURA 57 - Percepção dos entrevistados quanto ao maior gasto de água de sua residência

Quanto à questão referente aos resíduos sólidos domiciliares, 59 participam da coleta seletiva, o restante (21) não. (FIGURA 58).

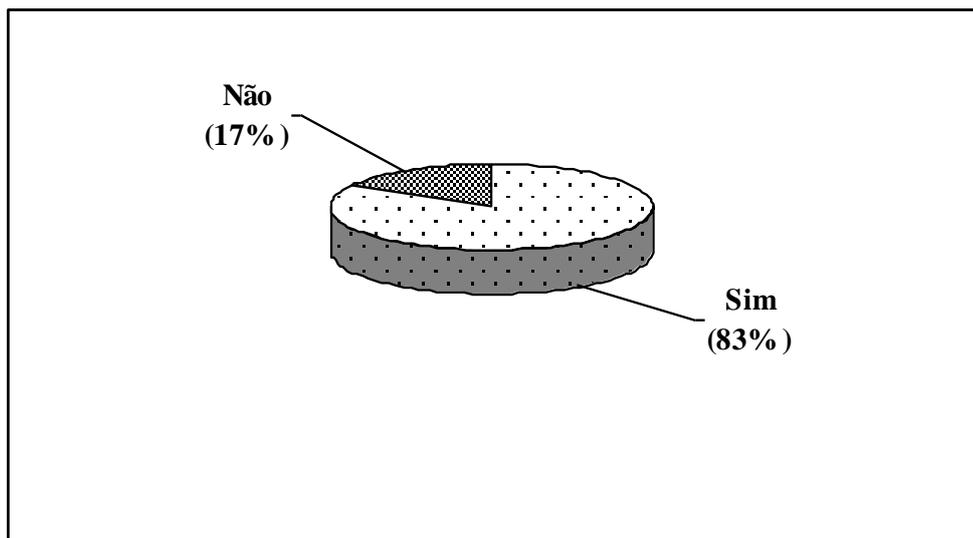


FIGURA 58 - Hábito dos participantes em separar os resíduos sólidos domiciliares para a coleta seletiva

Em relação à análise da percepção do desperdício de água em sua residência, dos 71 participantes, 59 acham que não existe desperdício ou uso exagerado em sua residência. Já 21 dos participantes responderam que sim, há uso exagerado ou desperdício (FIGURA 59).

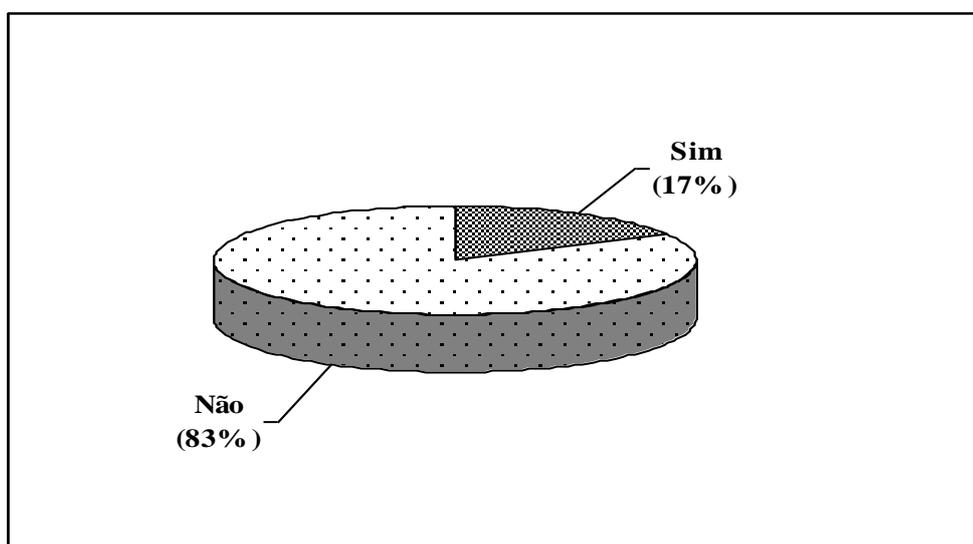


FIGURA 59 - Percepção dos participantes quanto ao desperdício de água ou ao uso exagerado em sua residência

Entre aqueles que responderam sim, 3 atribuem o desperdício ou uso exagerado ao hábito de lavar a calçada, 2 ao banho demorado, e os demais se referiram à descarga do vaso sanitário, lavagem do carro, piscina, torneira aberta e lavagem do quintal, em função da presença de animais domésticos. (FIGURA 60).

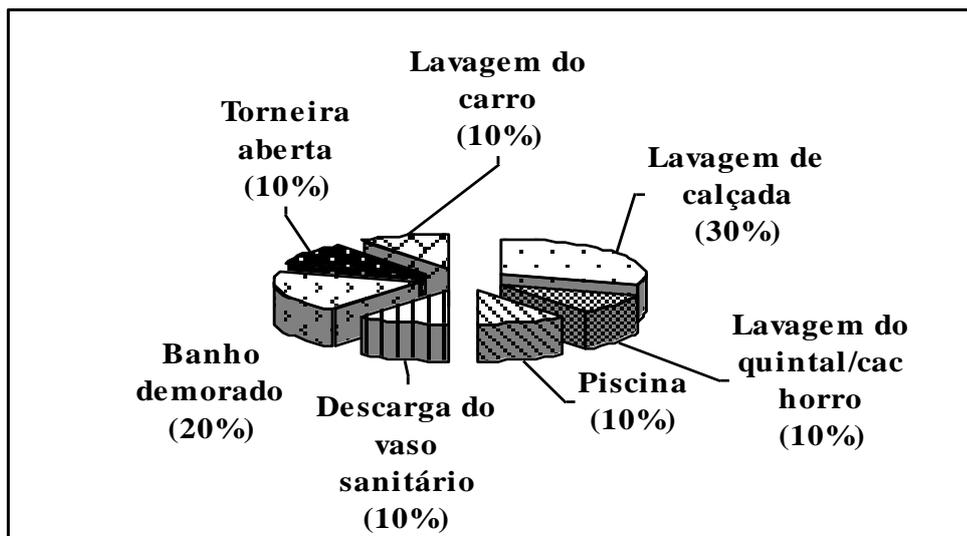


FIGURA 60 - Principais causas de gastos excessivos de água

Analisou-se também no questionário o esforço para economizar água no último ano e qual a ação efetivamente realizada.

A grande maioria, 67 dos participantes, realizou esforços para economizar água; apenas 4 não o fizeram (FIGURA 61).

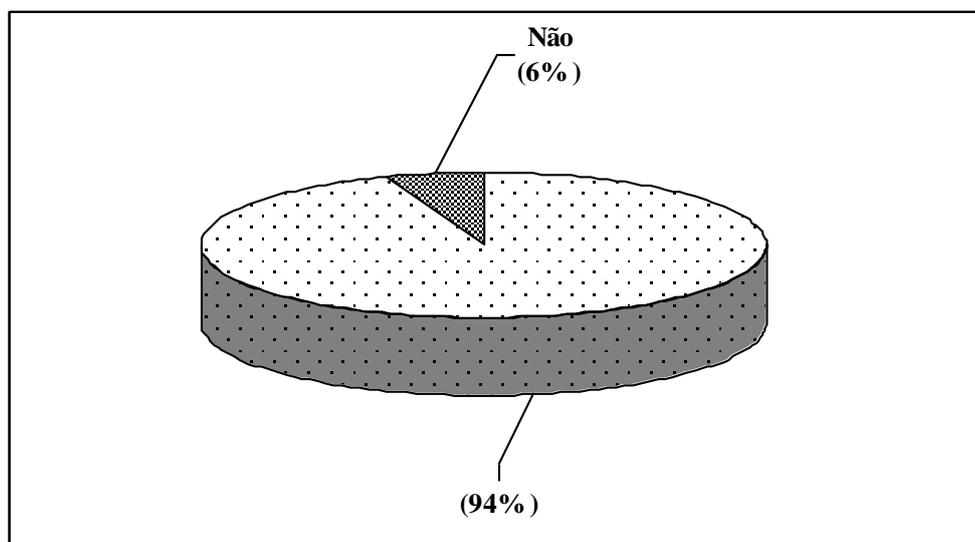


FIGURA 61 – Percepção dos entrevistados sobre a necessidade de economizar água

Das ações descritas e efetivamente realizadas para economia da água, 39 diminuíram o tempo de duração do banho, 30 realizaram economia ao escovar os dentes, 24 consertaram vazamentos, 11 instalaram e substituíram equipamentos hidráulicos, 17 realizam economia ao fazer a barba e 29 referiram-se a outras atividades (FIGURA 62). Dentre elas se destacam as seguintes: utilização de poço artesiano, varrer calçada, economia ao lavar a louça, economia ao lavar a roupa, lavar menos o quintal, lavar a calçada raramente, lavar roupa na mão,

eliminar a piscina, lavar o quintal com a água da máquina, não lavar a calçada, encher menos a piscina, varrer o quintal, juntar mais roupa para lavar, só usar o necessário e lavar o carro com balde.

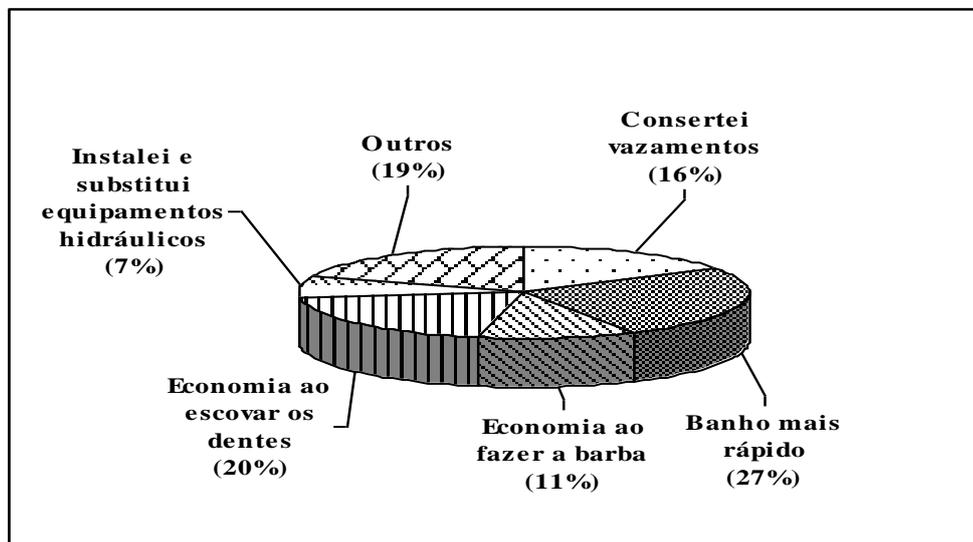


FIGURA 62 - Instrumentos utilizados pelos participantes para economizar água

A próxima questão analisou a disposição do entrevistado em reduzir o consumo de água de sua casa ou estabelecimento comercial, se ela começasse a faltar e, em caso de negativa, por que não o faria. A maioria dos participantes reduziria, enquanto o restante (9), não. A justificativa apresentada pelo grupo foi que já realiza o máximo de economia possível (FIGURA 63).

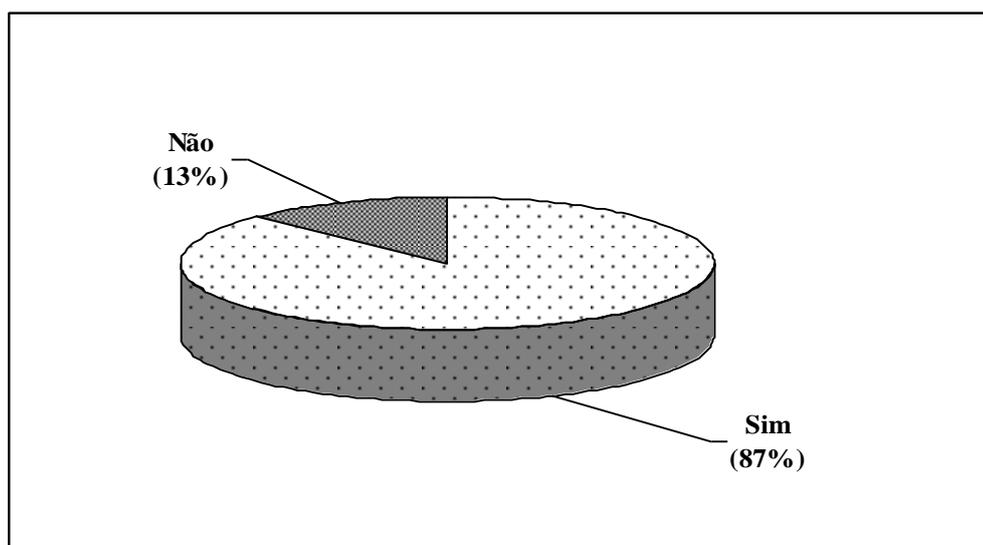


FIGURA 63 - Adesão dos participantes da pesquisa a uma campanha de redução de consumo de água caso de escassez

Dentro da mesma temática, analisou-se o apoio da comunidade a possíveis medidas adotadas pelo governo no caso de escassez de água.

Dos 71 participantes, 57 apoiariam a proibição da lavagem de calçadas com água corrente, enquanto 14 dos participantes não apoiariam (FIGURA 64).

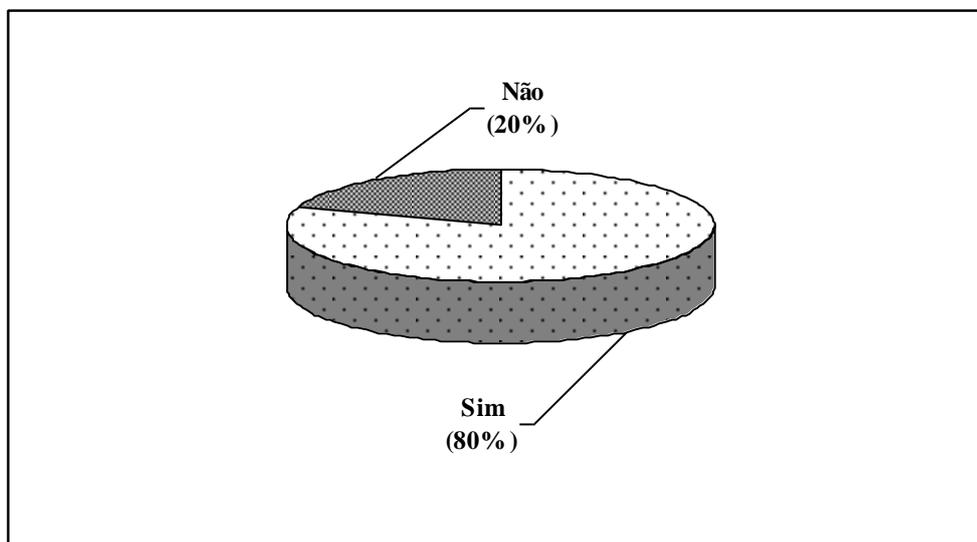


FIGURA 64 - Adesão ou não a eventual campanha que proíbe a lavagem de calçadas

A adesão à medida que proíbe a lavagem de carros com água corrente foi ainda maior que a questão anterior: 61 dos participantes apoiariam, enquanto 10 não (FIGURA 65).

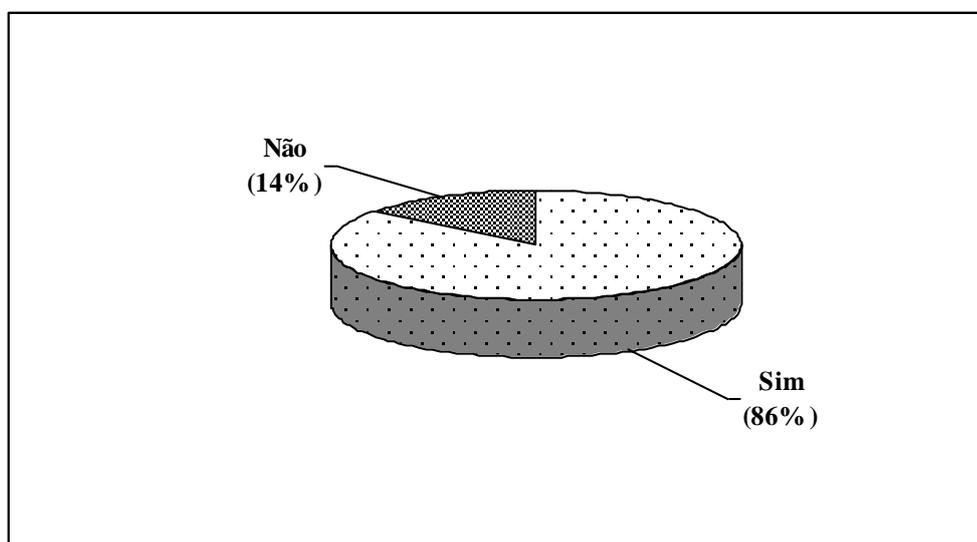


FIGURA 65 - Adesão ou não a eventual campanha que proíbe a lavagem de carros

Já as campanhas que proporião aumento de preços para conter o consumo foram descartadas pela grande maioria dos entrevistados. Quando abordados em relação a um aumento na conta de água no verão, quando aumenta o consumo, 51 dos participantes não aceitariam pagar (FIGURA 66). O mesmo ocorre quando perguntados se aceitariam pagar um aumento na conta de água no inverno, quando chove menos: 51 não aceitariam pagar (FIGURA 67).

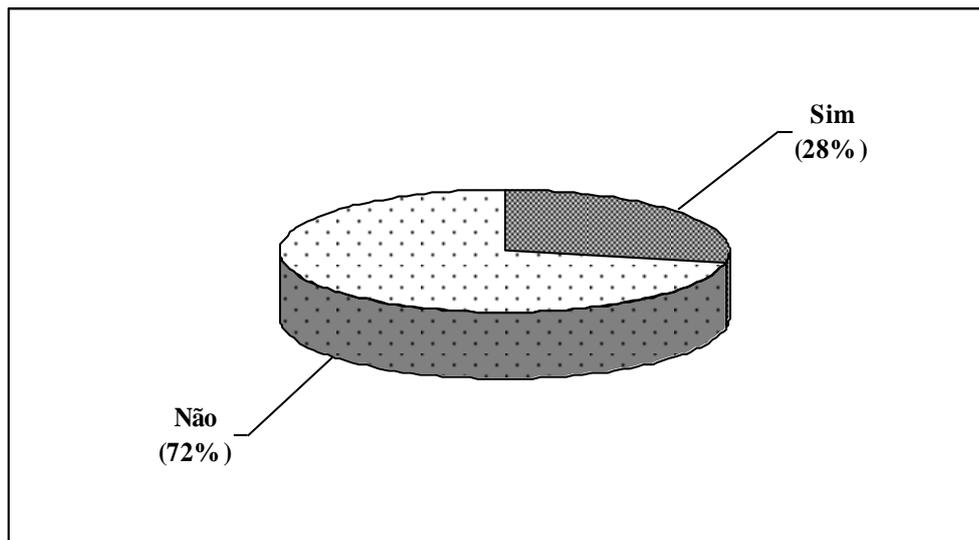


FIGURA 66 - Adesão em pagar aumento na conta de água no verão, quando aumenta o consumo

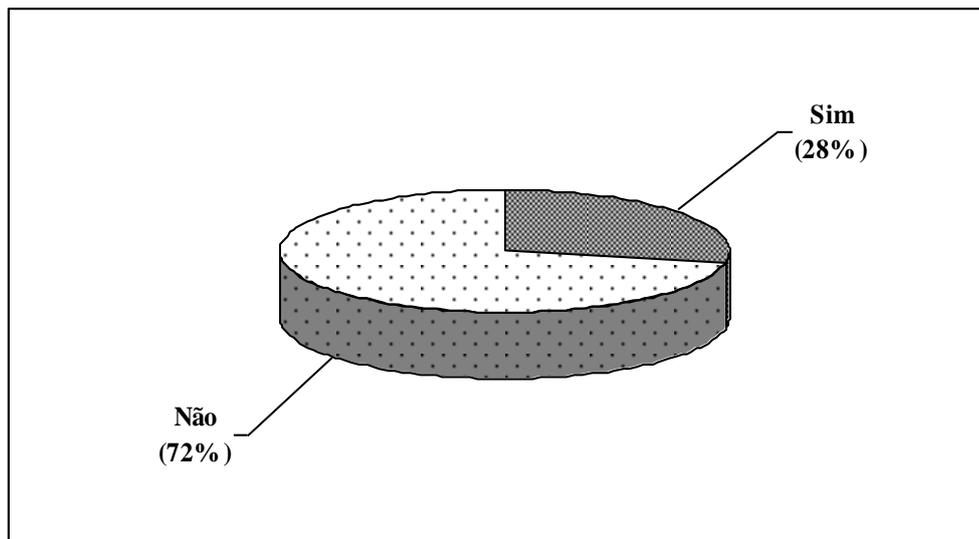


FIGURA 67 - Adesão em pagar aumento na conta de água no inverno quando chove menos

Em relação à adesão a uma campanha de instalação de um kit gratuito de economia (torneiras, chuveiros descarga que gastem menos) nas casas dos participantes, 59 responderam que sim, enquanto 12 não concordam (FIGURA 68).

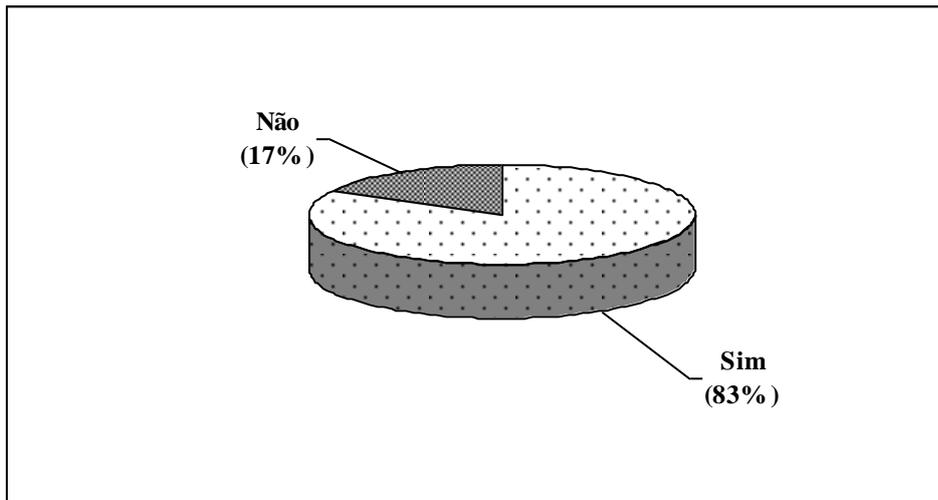


FIGURA 68 - Adesão a campanha de instalação de um kit gratuito de economia por conta do morador

Quando a mesma pergunta é feita, mas o kit deixa de ser gratuito e passa a ser oferecido com desconto, a adesão diminuiu: 55 colocariam, enquanto 16 não (FIGURA 69).

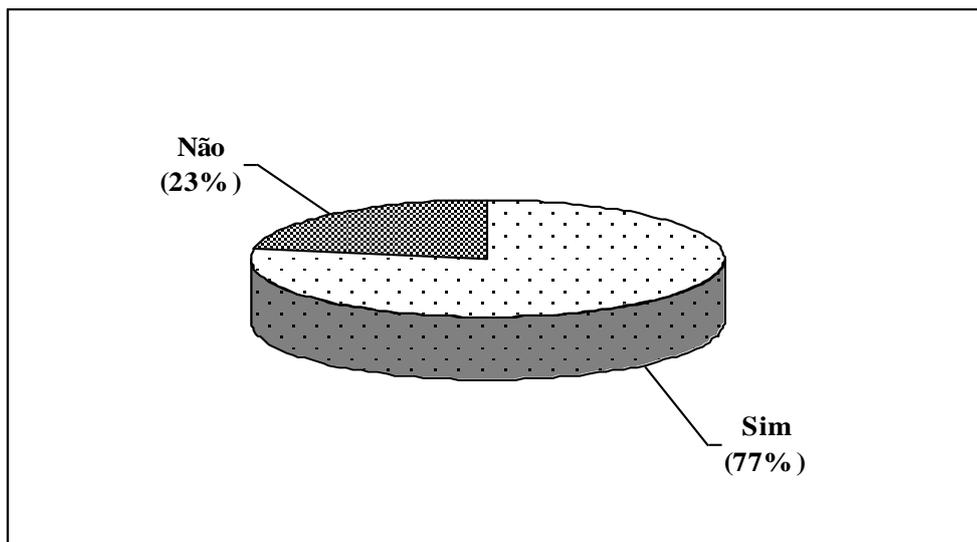


FIGURA 69 - Adesão a campanha de instalação de um kit de economia por conta do morador oferecido com desconto pelo governo

O mesmo ocorre com a questão seguinte. Dos 71 participantes, 55 aceitariam colocar um kit de economia oferecido com desconto pelo governo e instalado por um funcionário, gratuitamente, enquanto 16 não aceitariam (FIGURA 70).

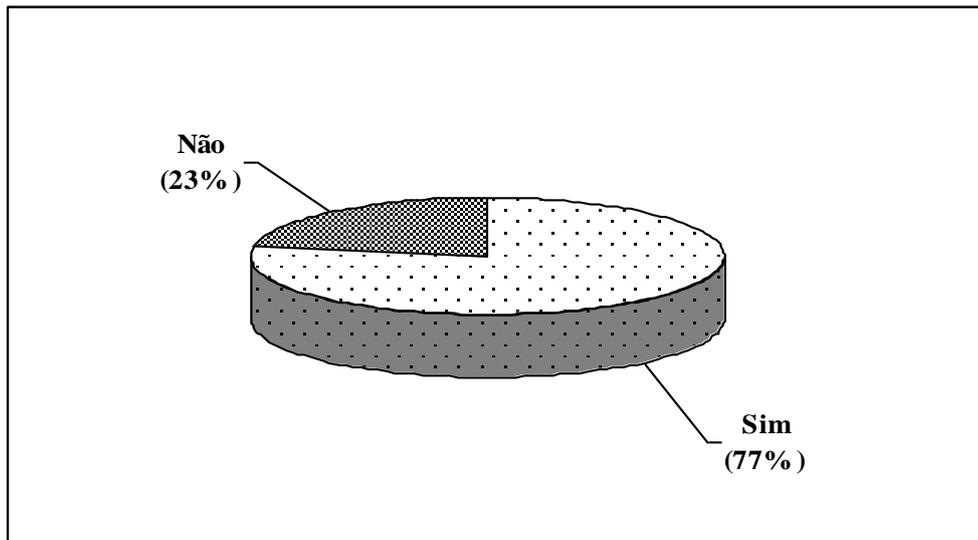


FIGURA 70 - Adesão a campanha de instalação de um kit de economia por conta do morador oferecido com desconto pelo governo além da assistência gratuita de instalação

Na avaliação da relação consumo/custo, 38 dos entrevistados responderam que o preço da água influencia na quantidade que consomem, enquanto para 33 o preço não influencia (FIGURA 71).

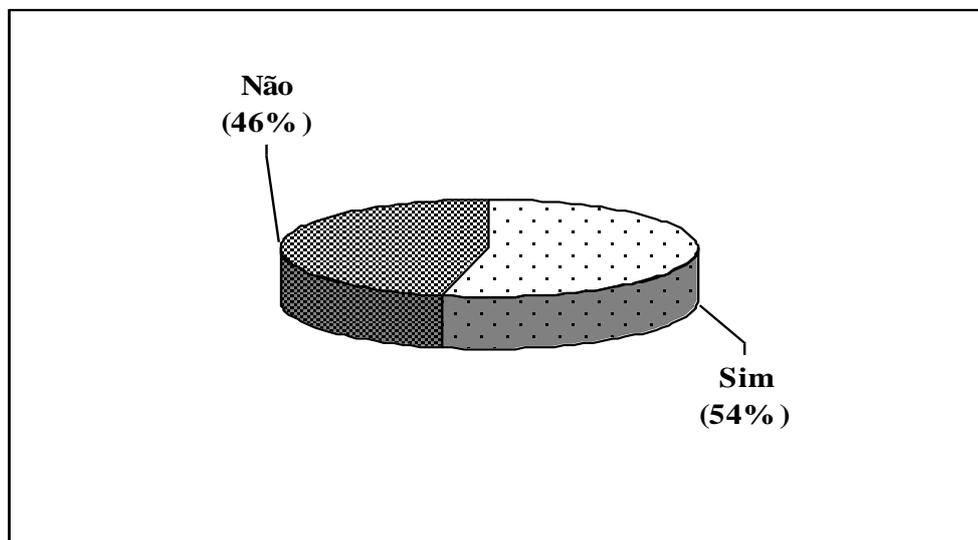


FIGURA 71 - O preço da água influencia no consumo de água de sua residência/estabelecimento

Uma avaliação importante realizada pela aplicação do questionário procurou mapear a disposição a pagar por melhorias ambientais. Uma das questões verificou se o morador aceitaria arcar com um pequeno aumento na sua conta de água e esgoto para cobrir despesas com medidas que evitariam o racionamento de água e despoluiria os rios. Em caso de uma

resposta negativa, questionou-se o motivo. Dos entrevistados, 33 aceitariam, e 58 não (FIGURA 72).

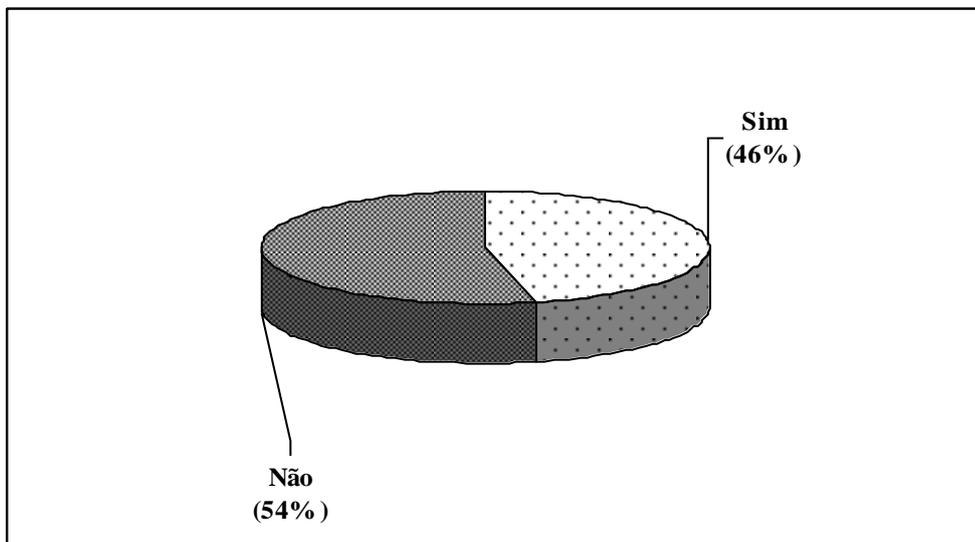


FIGURA 72 – Disposição a pagar por um pequeno aumento na conta de água e esgoto

Daqueles que responderam que não, a grande maioria, 17, se justificou, alegando já pagar um número excessivo de impostos (FIGURA 73).

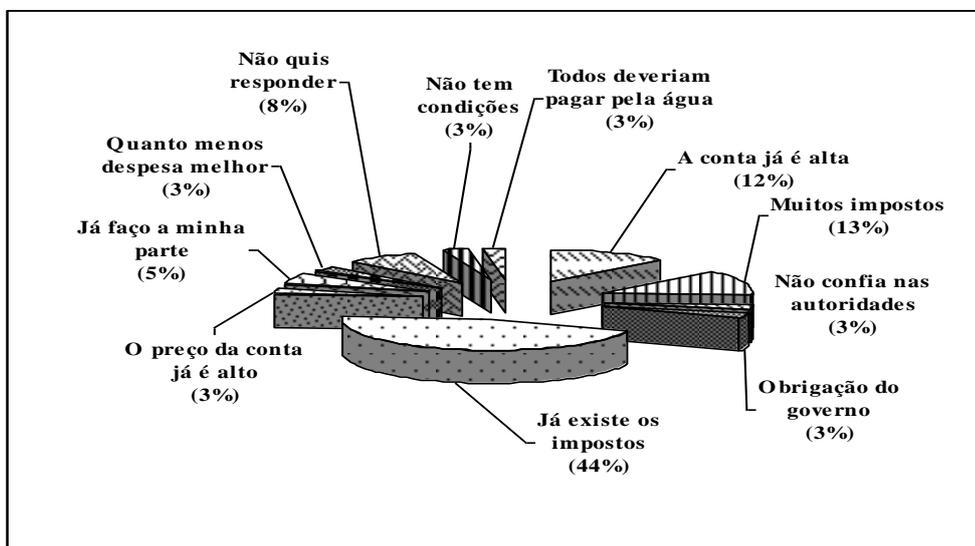


FIGURA 73 - Justificativa dos participantes em não aceitar pagar aumento na taxa de água e esgoto

O mesmo padrão de resposta foi obtido na avaliação da concordância ou não do pagamento de uma taxa ambiental para resolver o problema dos resíduos sólidos domiciliares. A maioria respondeu que não (31), enquanto 40 dos participantes aceitariam pagar (FIGURA 74).

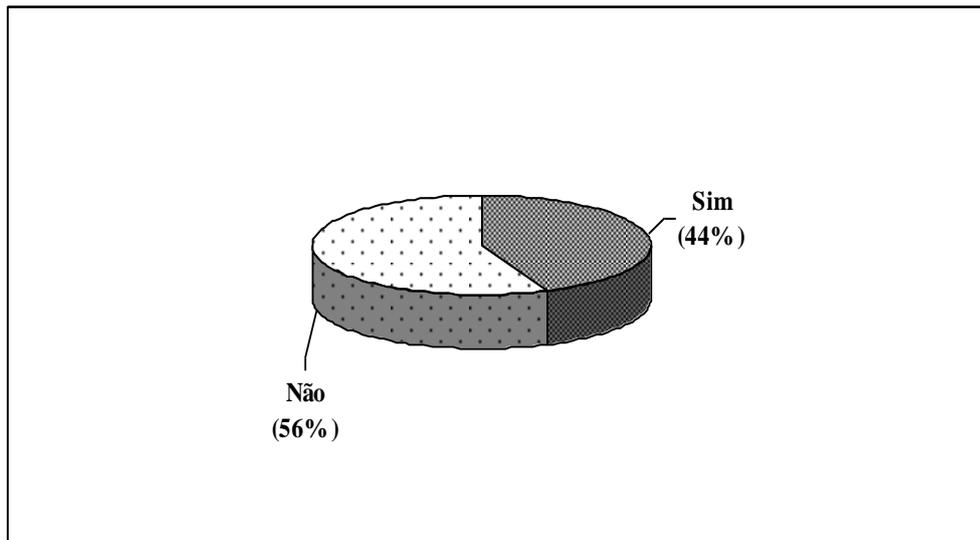


FIGURA 74 - Disposição a pagar taxa ambiental para resolver problema dos resíduos sólidos domiciliares

Daqueles que não aceitariam pagar a taxa ambiental, a grande maioria, 28, afirma que já são muitos os impostos (FIGURA 75).

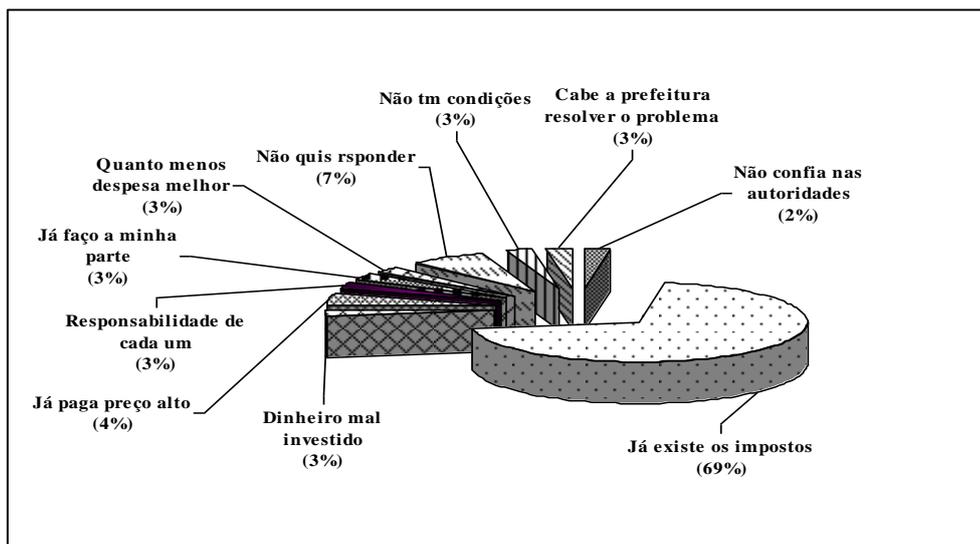


FIGURA 75 - Justificativa dos participantes por não concordarem com o pagamento uma taxa ambiental

Em uma análise geral dos resultados obtidos, é possível avaliar quais respostas contribuem para minimizar as pressões de origem antropogênica que degradam o ecossistema. Os resultados foram positivos, pois mesmo desconhecendo algumas questões ambientais locais, 83% dos entrevistados separam o lixo do imóvel para reciclagem, 94% realizaram esforços para economizar água nos últimos 12 meses, 87% concordariam em reduzir o consumo de água caso a mesma começasse a faltar na cidade, 80% apoiariam uma campanha governamental que coibisse a lavagem de calçadas com água corrente, 86% apoiariam a

proibição de lavagem veículos com água corrente, 83% concordariam em instalar um Kit de economia para reduzir o consumo de água se fosse oferecido gratuitamente pelo governo, 77% instalariam o kit mesmo que cobrado e outros 77% o fariam se o governo oferecesse mão-de-obra gratuita para instalá-lo .

Em relação ao aumento de tarifas, independente do contexto apresentado, a maioria (72%) dos entrevistados não concorda. Existe claramente um descontentamento com o pagamento de mais impostos. Cabe destacar que 54% dos entrevistados acreditam que o preço da água influencia na quantidade que consomem. Se por um lado o aumento de impostos não é bem-vindo, o mesmo aumento pode significar economia.

À mesma temática, é importante ressaltar que aumentos no preço da água não são desejáveis; uma parte significativa, quase metade dos entrevistados (46%), concorda com um pequeno aumento, quando relacionado à preservação dos mananciais e despoluição dos rios; o mesmo ocorreu em relação a disposição à pagar uma taxa ambiental para solucionar o problema do lixo: 44%, concordam.

A falta da percepção dos problemas ambientais relacionados com a microbacia não permite um maior envolvimento dos munícipes com políticas públicas que possam mitigá-los, como por exemplo, o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental de Araraquara; todavia, o elevado nível de instrução e os meios de comunicação permitem que os munícipes conheçam os impactos ambientais que ocorrem na macroescala do ecossistema e apliquem respostas para aplacá-los, que acabam gerando benefícios para a microescala (microbacia do Marivan). Segundo Tuan (1980) *apud* Lima (2003), a percepção é a resposta dos sentidos aos estímulos ambientais (percepção sensorial), e a atividade mental resultante da relação com o ambiente (percepção cognitiva). Essa percepção traz ao indivíduo novos dados para a compreensão de seu entorno, ao estabelecer relações com o ambiente no qual está inserido.

## **6.6 Análise da aplicação de artigos do Plano Diretor**

A estratégia utilizada para elaboração do Plano Diretor de Araraquara (SP) envolveu, no ambiente interno, a Secretaria Executiva, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e a participação da consultoria da UFSCar; no ambiente externo houve, a participação do Conselho Municipal, da sociedade civil, da associação dos engenheiros e de quatro grupos temáticos (Desenvolvimento Social, Desenvolvimento Econômico Científico e Tecnológico, Desenvolvimento Urbano e Ambiental e Desenvolvimento Institucional), sendo que as marcas

de governabilidade do Plano Diretor foram: inclusão social, participação democrática e cidade moderna (FALCOSKI, 2005).

Segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental de Araraquara (SP), a microbacia do Marivan situa-se na RPA 1 – Região de Planejamento Ambiental 1 – Macrozona do Ribeirão das Cruzes, e é classificada em função do seu tipo de solo em duas formas: do lado esquerdo do córrego Marivan como Zonas de Estruturação Urbana Sustentável (ZEUS) em Áreas de Especial Interesse Urbanístico (AEIU), e do lado direito classificada como Zona Ambiental (ZAMB) em área de Zona de Conservação e Recuperação Ambiental (ZORA).

O Plano Diretor do município possui 259 artigos; desses, 21 podem contribuir diretamente com a gestão ambiental das microbacias municipais, mas o que se observou em visitas de campo foi à falta da aplicação de uma série de artigos, dificultando, dessa forma, a recuperação e preservação desse ecossistema (ANEXO 05).

Um artigo importante e ainda não implantado é o 49.º, que no inciso IV prevê a proteção dos ecossistemas, das unidades de conservação, da fauna e da flora; mas, na realidade, o que se nota é um descaso com o ecossistema da microbacia do córrego Marivan, pois está totalmente desprotegida, com áreas erodidas e assoreadas, exposta ao lançamento de resíduos. O artigo 52 inciso VI, que possui como objetivo promover a diminuição e o controle dos níveis de poluição ambiental (atmosférica, hídrica, sonora, visual e do solo) e o VII, promover a recuperação e proteção dos recursos hídricos, mata ciliares e áreas degradadas, também não são aplicados pela Prefeitura do município, estando a microbacia, em toda a sua extensão, com a mata ciliar irregular, assim como os recursos hídricos expostos à descarga de inservíveis e materiais do solo carreados pela lixiviação e pelas galerias de águas pluviais.

O artigo 56 estipula as diretrizes da política municipal do Meio Ambiente e visa à elaboração do diagnóstico ambiental das microbacias hidrográficas, através de indicadores capazes de atuar de forma preditiva e identificar os impactos ambientais, servindo como subsídio às políticas públicas. Todavia, a microbacia do Marivan não possui uma rede de monitoramento, tão pouco foram definidos indicadores ambientais que permitam promover ações de recuperação e preservação desse ecossistema, assim como identificar as atividades impactantes e a capacidade suporte do solo. A Defensoria das águas, órgão responsável pela aplicação das legislações, pelo controle da qualidade da água para consumo humano, bem como pela preservação do patrimônio hídrico municipal, instituída no artigo 60.º, omite-se de suas responsabilidades, deixando a microbacia sujeita a crimes ambientais que comprometem a quantidade e qualidade das águas do córrego Marivan, destinadas ao abastecimento público.

Outro artigo não aplicado é o 62.º em seu inciso II: *“É proibido desviar, derivar ou construir barragens nos leitos das correntes de água, bem como obstruir de qualquer forma o seu curso sem autorização dos órgãos estaduais e federais competentes, devendo comunicar a Coordenadoria de Gestão Ambiental”*. Em visitas de campo, foi observado na Fazenda Samua um cano desviando grande quantidade de água para dentro da propriedade. Um dos princípios do saneamento ambiental instituído pelo artigo 64.º inciso XIV – *“O Poder Público deverá implantar sistema funcional de fiscalização e controle ambiental, sanções aos despejos clandestinos e a disposição inadequada de resíduos”*, não é bem realizado pelos órgãos competentes da administração municipal, pois despejos clandestinos e a disposição inadequada de resíduos são evidentes, e se encontram desde a nascente até a foz do córrego. Um dos artigos imprescindíveis para a sobrevivência do córrego Marivan é o 65.º, que constituiu os objetivos gerais para o sistema de saneamento ambiental em relação ao abastecimento de água, tanto em seu inciso I como no seu inciso II, os quais visam recuperar e preservar as nascentes a montante da captação de água do município, através da recuperação das matas ciliares; o que se nota na microbacia do Marivan é a ausência total de projetos efetivos que possam recuperá-la e preservá-la, pois logo acima da nascente se encontra uma galeria de água pluvial que deságua diretamente no córrego: a área sofre intenso processo erosivo devido à inexistência de mata ciliar, grande quantidade de material de construção é lançado junto à nascente, provocando obstrução das águas do córrego. Se a legislação 350 vigora desde 27/12/2005, até março de 2007, muito pouco foi feito pela prefeitura para recuperar a nascente desse manancial que contribui com o abastecimento de água do município. O artigo 69 em seu inciso V tem como diretrizes e estratégias implantar programas de monitoramento dos cursos d’água e manter público o registro dos resultados; nota-se, mais uma vez, que não é aplicada a lei, pois não existe programas de monitoramento do córrego Marivan. O artigo 78 em seu inciso III diz: *“A manutenção do sistema de drenagem inclui a limpeza e desobstrução dos cursos d’água, várzeas, canais e galerias, e as obras civis de recuperação dos elementos de canalização construídas bem como o desassoreamento das lagoas de contenção existentes”*. Em visitas de campo, o que se observou foi a falta de limpeza e desobstrução do córrego Marivan, além de bocas de lobo entupidas por mato, mostrando novamente a falta de aplicabilidade da lei. Outro artigo ainda não executado pela prefeitura municipal é o 110.º, em seus incisos II – Proteção e preservação da biodiversidade, dos recursos e elementos de conservação natural; IV – Implantação da renaturalização das APP – Áreas de Preservação Permanente, redes hídricas, recuperação e manutenção das galerias verdes e matas ciliares da cidade, particularmente em se tratando da classificação

geológica, apresentada no MAPE. 4 de Zoneamento Ambiental; V – Ampliação das áreas verdes permeáveis ao longo dos fundos de vale, com dispositivos de retenção controlada de águas pluviais e controle de enchentes; VI – Estímulo ao saneamento ambiental, recuperando áreas ambientalmente degradadas junto aos corpos d'água, e preservação de nascentes em áreas urbanas e municipais; pois nenhuma das atividades previstas neste artigo são desenvolvidas junto à microbacia em estudo.

No questionário de percepção ambiental aplicado entre uma amostra populacional da microbacia do córrego Marivan, foi observado nitidamente três aspectos importantes. O primeiro é que a população desconhece aspectos importantes sobre o ecossistema onde reside; mesmo a maioria dos entrevistados sendo naturais de Araraquara, a grande parte, não sabe em qual microbacia reside, a importância do córrego Marivan para o abastecimento de água do município, e diz não ter conhecimentos sobre a qualidade da água.

Por outro lado, uma parcela importante da população possui o conhecimento sobre as questões referentes aos impactos gerados pelas atividades humanas junto ao corpo d'água, além de já promover atitudes que ajudam na preservação dos recursos hídricos, e ainda está disposta se engajar campanhas que possam contribuir com a recuperação e preservação da microbacia.

Portanto, torna-se evidente que existe uma carência de informações sobre a importância da recuperação e preservação da microbacia do córrego Marivan para o abastecimento público, além da melhoria da qualidade de vida da população. Dessa forma, a presente pesquisa revela que a seleção e aplicação de um conjunto de indicadores capazes de identificar as pressões antrópicas, revelar o estado do ambiente e analisar a efetividade das respostas realizadas para melhoria do ambiente, ou seja, o modelo pressão-estado-resposta proposto pela OECD (1993), são fundamentais para orientar a gestão integrada da microbacia do córrego Marivan, aproximando a sociedade civil, universidades, organizações não-governamentais e políticas públicas, garantindo o uso e ocupação de forma orientada do território e conseqüentemente os usos múltiplos da água.

## 7 CONCLUSÕES

A análise combinada dos diversos parâmetros socioeconômicos, ambientais e culturais, entre eles caracterização morfométrica da microbacia, identificação, georreferenciamento e mapeamento dos impactos ambientais, análises físico-químicas e biológicas das águas do córrego, análise das condições econômica, social e do nível de instrução da população, condições sanitárias da microbacia, apreciação de artigos do Plano Diretor, além do estudo da percepção ambiental de uma amostra da população, foi importante para uma avaliação sistêmica da microbacia do córrego Marivan e pode servir como subsídio à gestão dos recursos hídricos. Dessa abordagem cabe destacar as seguintes conclusões:

- A área reduzida, associada à pequena rede de drenagem, à baixa capacidade de drenagem, ao formato retilíneo do canal, ao pequeno comprimento do córrego, fator de forma e índice de circularidade próximos a 1, indicam que a microbacia possui baixa capacidade de resiliência, ou seja, possui pequena capacidade de se recuperar de impactos ambientais negativos;

- O mapeamento dos principais impactos ambientais e potenciais torna-se determinante, dada a moderada vulnerabilidade natural da microbacia à poluição do aquífero, revelando-se um importante indicador para a gestão integrada de recursos hídricos da região;

- Alguns impactos ambientais, como assoreamento, erosões, lançamento clandestino de resíduos da construção civil, queimadas urbanas, entre outros, foram identificados na microbacia do córrego Marivan. Esses impactos estão associados a uma série de questões, entre elas a especulação imobiliária. Esse fenômeno ocorre devido à formação de “vazios urbanos” em regiões privilegiadas da cidade, decorrentes da expansão urbana desordenada.

- Em relação às atividades agrícolas presentes na área, dois aspectos caracterizaram bem os impactos ambientais potenciais associados a essa prática. São eles a aplicação de defensivos agrícolas na área destinada ao cultivo de soja, situada a montante da captação de água do município, e o desvio e canalização do córrego Marivan dentro da fazenda Samua;

- Os resultados das análises de coliformes fecais indicaram processos de contaminação, provavelmente relacionados a lançamentos clandestinos de efluentes sanitários nas galerias de águas pluviais nas estações 1,5 e 6 e nas estações 7, 8, 9, 10 e 11, situadas dentro da fazenda Samua;

- Em pelo menos uma amostra por ano para o período estudado (2004 a 2007), os resultados da análise da concentração de fósforo apresentaram valores superiores ao preconizado pela CONAMA 357/2005. A presença de fósforo nas águas do córrego Marivan

pode ser decorrente do fenômeno de lixiviação, ou seja, as águas das chuvas lavam o solo, o que inclui áreas urbanizadas e áreas de plantação de soja, situadas dentro da fazenda Samua. O processo é intensificado pela ausência de mata ciliar em parte do ribeirão e pela ocorrência de possíveis lançamentos de efluentes sanitários clandestinos.

- Os parâmetros de qualidade da água DBO e DQO, obtidos nas Estações Fixas de Amostragem 1, 3 e 4, e de Oxigênio Dissolvido e Saturado, detectados nas estações 4, 5, 6, situadas na área urbana, e estações 7 e 8, situadas na área rural, revelam que, apesar de a microbacia passar por um processo de degradação ambiental, a qualidade da água do córrego Marivan não está totalmente degradada;

- O processo de degradação da qualidade das águas do córrego Marivan não está associado às condições sanitárias da microbacia e, sim, a fatores culturais, ao processo de urbanização e a práticas inadequadas de agricultura e pecuária que ocorrem dentro da fazenda Samua;

- As boas condições socioeconômicas diagnosticadas na microbacia do Marivan estão relacionadas principalmente aos parâmetros grau de instrução e condição econômica, associados à excelente cobertura dos sistemas de saneamento ambiental promovida pelo DAAE;

- A falta do conhecimento dos moradores sobre o conceito de microbacia hidrográfica, sobre a microbacia em que residem e ainda sobre a importância do córrego Marivan para o abastecimento de água do município revela que há carência de informações à população, dificultando seu envolvimento com ações no ambiente onde vive;

- A análise da percepção ambiental de uma amostra da população da microbacia do córrego Marivan mostrou-se um importante indicador do grau de envolvimento da comunidade com as questões ambientais locais e regionais, contribuindo dessa forma como subsídio para o processo de gestão integrada dos recursos hídricos da microbacia;

- Uma grande parcela dos entrevistados apresentou respostas positivas em relação à participação de atividades que visem à recuperação do sistema e à economia de água: 83% dos participantes separam os resíduos para coleta seletiva e 94% fizeram esforços nos últimos meses para economizar água. Cabe destacar que uma parcela significativa está disposta a pagar por melhorias ambientais, entre elas a despoluição dos rios (46%), e\ou pela solução dos problemas relacionados a resíduos sólidos (44%);

- Importantes artigos do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental de Araraquara (2005) relacionados ao diagnóstico, monitoramento, recuperação e

preservação da microbacia do córrego Marivan não vêm sendo executados pelos órgãos competentes.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os parâmetros utilizados para caracterização socioeconômica e ambiental da microbacia do córrego Marivan podem contribuir como subsídio a pesquisas futuras que visem à seleção e à aplicação de indicadores de pressão-estado-resposta para microbacias hidrográficas urbanas, ou seja, indicadores capazes de revelar a “capacidade suporte” das microbacias hidrográficas urbanas em relação às atividades socioeconômicas que são efetuadas em seu território.

A inclusão da percepção ambiental como um indicador de resposta permite observar quais as ações que estão sendo realizadas pela sociedade civil, por órgãos governamentais e não-governamentais, escolas e universidades em relação à recuperação e preservação das microbacias hidrográficas, revelando se há um processo de gestão integrada de recursos hídricos ou se não há comunicação entre esses diversos segmentos, ou seja, gestão descentralizada, o que dificulta qualquer projeto de recuperação e preservação das microbacias hidrográficas urbanas.

É importante salientar que indicadores de pressão-estado-resposta não serão suficientes se não houver fiscalização periódica e a punição dos responsáveis pelos impactos ambientais.

Além dos fatores citados acima para a recuperação e preservação da microbacia do córrego Marivan, é fundamental que se faça a reconstituição da mata ciliar, a contenção das erosões, o desassoreamento e a limpeza do córrego Marivan, ações que ajudarão na manutenção de água em qualidade e quantidade de um importante manancial de abastecimento urbano de Araraquara.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A, ALCYR. Município de Araraquara. **Caracterização Geológica e Hidrológica**. Banco de dados: Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara (DAAE). Disponível em: [www.daaearaquara.com.br/](http://www.daaearaquara.com.br/) - Acesso: 24 março 2007.
- ALVES, J.M.P; CASTRO, P.T.A. **Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análises de padrões de lineamentos**. Rev. Brasileira de Geociências. junho/2003. 117-1245p.
- ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C; ANDRADE, H. **Sistemas de Informação Geográfica na avaliação de impactos ambientais provenientes de atividades agropecuárias**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, MG, v. 21, p. 99-109, 2000.
- ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. **Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga – PR**. rev. Caminhos da Geografia. Uberlândia. v 8, nº21. jun 2007. p 46-58.
- ANDREOZZI, S.L. **Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas: uma abordagem pelos caminhos da sustentabilidade sistêmica**. Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia. Área de Concentração em Organização do Espaço, para obtenção do Título de Doutor em Geografia. Rio Claro (SP). 2005. 151p.
- ANTUNES, P.B. **Direito Ambiental**. *Lumen juris*. 6ed. Rio de Janeiro, ANA, 2002.
- APHA (American Public Health Association). **Standard Methods: examination of water and wastewater**. 21<sup>th</sup>. 1998.
- ATTANASIO, C.M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: Uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Recursos Florestais, com opção em Ecossistemas Florestais. Piracicaba – SP. 193p. 2004.
- ATTANASIO, C.M. *et al.* **Métodos para identificação da zona ripária: Microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP)**. Scintia Forestalis. nº71. p.131-140. agosto 2006.
- BARRELLA, W; *et al.* **As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes**. In: RODRIGUES; R.R; LEITÃO FILHO; H.F (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, 2001. 187-207p.
- BENNETI, A; BIDONE, F. (1997). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.<sup>a</sup>.ed., Porto Alegre, 1997.
- BIZELLI, J. L. **As armadilhas do governo local: a tentativa da reforma administrativa em Araraquara**. 2002. Tese (Doutorado em Sociologia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras. Araraquara. 2002.

BORSATO, F.H; MARTONI, A.M. **Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, estado do Paraná**.rev. Acta Scientiarum. Maringá - PR.v.26, n.2,p 273 – 285.2004.

BRAGA, R; CARVALHO, P. F. C. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal-IGCE-UNESP. 2003. p. 113-127 - ISBN 85 89154-04-01.

BRAGA, T.M. **Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar**.rev. Nova Economia. Belo Horizonte.p.11-33.set/dez.2004.

BRAGA *et al.* **A reforma institucional do setor de recursos hídricos in: Águas doce no Brasil – Capital Ecológico, Uso e conservação**. Org: Aldo da C. Rebuças; Benedito Braga; José Galizia Tundisi. 3ª ed. – São Paulo.ed. Escrituras. 2006. 748p

BRASIL, Presidência da República – Casa Civil – Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei 4771 de 15 de Setembro de 1965 – Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L4771compilado.htm> Acesso em: 18 maio 2007.

BRASIL, Presidência da República – Casa Civil – Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei 6.938 de 31 de Agosto de 1981 – Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938.htm> Acesso em 20 maio 2007.

BRASIL, Presidência da República – Casa Civil – Subchefia para Assuntos Jurídicos. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm) Acesso em: 20 maio 2007.

BRASIL, Presidência da República – Casa Civil – Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei 9.433 de 08 de Janeiro de 1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: [HTTP://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L9433.htm). Acesso em: 18 maio 2007.

BUENO, F.L; GALBIATTI, J.A; BORGES, M.J. **Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto Ouro Verde Conchal – SP**. Rev.Engenharia Agrícola. Jaboticabal.vol25. n°3.p742-748.2005.

CALIJURI, M.C; BUBEL, A.P.M.**Conceituação de Microbacias in: As florestas plantadas e a água. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. Organizadores: Walter de Paula Lima; Maria José Brito Zakia. CNPQ. São Carlos – Ed. RiMA.226p.2006.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A.M.V. **Conceitos básicos em ciência da geoinformação**.Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.Ministério da Ciência e Tecnologia. São José dos Campos.2001.35p.

CARDOSO, C.A; *et al.* **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan - Nova Friburgo-RJ**. Árvore. Viçosa-MG. V.30.n2.p241-248.2006.

CARMO, R.L. **A água é o limite? Redistribuição espacial da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo.** Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Sociologia do Instituto Filosofia e Ciências Humanas da Universidade estadual de Campinas.33p.2001

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Secretaria de Abastecimento e Agricultura. **Resultado do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas.** Disponível em: [http://dsmm.cati.sp.gov.br/Cati/projetos/pemh/resultados\\_pemh.shtml](http://dsmm.cati.sp.gov.br/Cati/projetos/pemh/resultados_pemh.shtml). Acesso em 19 maio 2008.

CETESB. Banco de dados: Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – **Rede de Monitoramento.** Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br/Água/rios/monitoramento.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Água/rios/monitoramento.asp)-> Acesso em: 18 março 2007.

CECÍLIO,R.A; REIS,E.F. **Apostila didática: Manejo de bacias hidrográficas.**10p. 2006. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Engenharia Rural.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas.** Geomorfol. Campinas, 9 (18): 35-64,dez.1969.

CINTRÃO, L.M. G. **Os vazios urbanos na estruturação da cidade de Araraquara.** 2004. 155f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2004.

CNSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução: 357/2005. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf) . Acesso em 30 março 2007.

CONFALONIERI, U. E. C. **Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil.** rer. Terra Livre, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 193-2004. jan./jul.2003.

CORRÊA, M.A. **Desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos na UGRHI Tietê-Jacaré (SP).** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.2007.233p.

DATASUS. Banco de dados: Departamento de Informática do SUS – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. Disponível em: [www.cnes.datasus.gov.br/](http://www.cnes.datasus.gov.br/) - Acesso em 18 março 2007.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ARARAQUARA (DAAE). Relatório: **Diagnóstico ambiental dos afluentes da represa de captação da bacia do ribeirão das Cruzes.** 2005.53p.

DOMINGUES, A.F; TELLES, D.D.A . **Água Na agricultura e pecuária in: Águas doce no Brasil – Capital Ecológico, Uso e conservação.** Org: Aldo da C. Rebuças; Benedito Braga; José Galizia Tundisi. 3ª ed. – São Paulo. Ed. Escrituras. 2006. 748p.

DORNELLES, C.T.A. **Percepção ambiental: uma análise na bacia hidrográfica do rio Monjolinho, São Carlos, SP.** Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências da Engenharia Ambiental. São Carlos (SP).176p.2006.

EMBRAPA - RÔNDONIA. **Manejo de bacias hidrográficas.** Disponível em: [www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/manejo\\_bac.htm](http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/manejo_bac.htm) - Acesso em: 18 março 2007

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.**ed.Interciência.2ªed.Rio de Janeiro. 1998.601p.

FALCOSKI, L.A.N. Relatório – Eixo temático: Inclusão social - políticas públicas. **Desenvolvimento urbano e proteção ao meio ambiente (planos diretores) e sistemas de gestão da informação e indicadores municipais e regionais.** Fórum de inovação tecnológica, inclusão social e redes de corporação.Araraquara (SP).2005

FRANCISCO, C.N; CARVALHO, C.N. Avaliação da sustentabilidade hídrica de municípios abastecidos por pequenas bacias hidrográficas: O caso de Angra dos reis, RJ. 1º Congresso Acadêmico sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro. 9 e 10 de dezembro de 2004. Fundação Getulio Vargas.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). Governo do Estado de São Paulo. Desenvolvimento e inclusão social: **Os indicadores do estado de São Paulo.**2006.40p

GALLO, Zildo. **A proteção das águas, um compromisso do presente com o futuro: o caso da bacia do Rio Piracicaba.**Dissertação de mestrado. IG/UNICAMP. Campinas, 1995.

GAMA, M.M.B. **Manejo de bacias hidrográficas.** Banco de dados: EMBRAPA Rondônia. Disponível em: [www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/artigos/manejo\\_bac.hym](http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/artigos/manejo_bac.hym). Acesso em: 30 março 2007.

GOUVÊA; D.C. Plano diretor participativo, Guia para elaboração pelos municípios e cidadãos.CONFEA.Ministério das Cidades.160p.2004.

GRADELLA, F.*Set al.* **Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana,MS.**1º Simpósio de Geotecnologia no Pantanal-Campo Grande.Brasil.nov./2006.EMBRAPA Informática Agropecuária/INPE, p96-105.

GUERESCHI, R. M.; MELÃO, M. G. G. **Monitoramento Biológico da bacia hidrográfica do Rio Monjolinho pelo uso de Macroinvertebrados Bentônicos.** p.61-76, 1997. Anais do VIII Seminário de Ecologia Volume III

GUIMARÃES, J.R.S; JANNUZZI, P.M. **Indicadores sintéticos no processo de formulação e avaliação de políticas públicas: limites e legitimidades.**XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais,ABEP.Caxambú-MG-Brasil.20-24/09/2004.

GOLDENFUM, J.A. Variabilidade espaço-temporal dos processos hidrossedimentológicos. in: **Monitoramento de bacias hidrográficas e processamento de dados.** PAIVA, J.B.D;

CHAUDHRY, F.H; REIS, L.F.R. (Orgs). Coletânea – REHIDRO FINEP.ed.RiMA, vol.1. 2004.326p.

HEIN,M. **Espacialização de duas microbacias hidrográficas do rio Piracicaba para modelagem hidrológica.** Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, na área de concentração “Água e Solo”.2000.291p.

HORTON, R.E. 1945. **Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology.** Geol. Soc America Bulletin, 56 (3): 275-370

IBGE. Banco de dados: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades@.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 24 março 2007.

Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do plano da Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré.** São Paulo. 2000. 2 v.

KAGEYAMA, P.Y; *et al*; **Restauração da Mata Ciliar** – Manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias. Secretaria de Estado de Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável – RJ. 104p – 2001.

KULAY, L.A; SILVA, G.A. **Água na indústria in: Águas doce no Brasil – Capital Ecológico, Uso e conservação.** Org: Aldo da C. Rebuças; Benedito Braga; José Galizia Tundisi. 3ª ed. – São Paulo. Ed. Escrituras. 2006. 748p.

LANA; ALVES; CASTRO. **Análise morfométrica da bacia do rio Tanque, MG-Brasil.** Rev.Escola de Minas.vol.54nº.2Ouro Preto.2001.

LEI COMPLEMENTAR n.º 350 de 27 de dezembro de 2005. Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental de Araraquara. Disponível em: <http://www.araraquara.sp.gov.br/>. Acesso em 25 março 2007.

LEONARDO, H.C.L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná.** Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Recursos Florestais, com opção em Ecossistemas Florestais. Piracicaba – SP.121p. 2003.

LIMA, R.T. **Percepção ambiental e participação pública na gestão dos recursos hídricos: perfil dos moradores da cidade de São Carlos, SP (Bacia Hidrográfica do rio Monjolinho)** 94p. Dissertação (Mestrado). São Carlos: PPGSAEA – CRHEA – Universidade de São Paulo.2003.

LIMA,W.P; ZAKIA M.J.B. **Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R; LEITÃO FILHO; H.F (Ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação.**2ªed.São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo,FAPESP,2000.33-43p

LIMA,W.P; ZAKIA M.J.B. **O papel do ecossistema ripário. In: As florestas plantadas e a água: Implementado o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento.** São Carlos:RiMA, 2006.226p

LIMBERG.L; Corrêa, G.T. **Diagnóstico ambiental do ribeirão Lindóia (Londrina – PR). Aspectos físico-químico e bacteriológico.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas. Três Lagoas-MS, V 2 – n.º 2 – ano 2, Setembro de 2005

LOT, ANGÉLICA. **Caracterização da qualidade da água do ribeirão das Cruzes – Araraquara (SP) através de variáveis físicas e químicas e dos macroinvertebrados bentônicos.** Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação – Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, para obtenção do título de mestre.47p.2006.

MACEDO, M.F. **Avaliação do sistema de monitoramento dos recursos hídricos e da viabilidade técnica, legal e econômica da aplicação da resolução CONAMA 357/2005 para a sub-bacia do ribeirão das Cruzes (Araraquara-SP).** Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.2007.97p.

MACHADO, R.E. **Simulação de escoamento e produção de sedimento em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento.** Tese apresentada a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, para obtenção do Título em Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.2002.152p

MAGININI, C; CHAGAS, R.L. **Macrozoneamento e diagnóstico físico-químico do ribeirão das Araras, Araras – SP.** Geociências, v22, n.2, p192-205,2003.

MAKINODAN, D.Y; COSTA, S.M.F. **Estudo das características socioeconômicas e ambientais da microbacia do rio Comprido.** Trabalho apresentado no XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais-ABEP-Caxambú-MG-Brasil-20 a 24/09 2006.

MARQUES, G.N. **Seleção de áreas par aterros sanitários baseada em mapeamento geotécnico e Analytic Hierarchy Process – AHP.** Dissertação de Mestrado. EESC/USP 2002.

MARTINS, F.B; *et al.* **Zoneamento Ambiental da sub – bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS) (ESTUDO DE CASO)** Cerne, Lavras, v. 11, n. 3, p. 315-322, jul./set. 2005.

MARTINS, A.R.P; FERRAZ, F.T; COSTA, M.C. **Sustentabilidade ambiental como nova dimensão do índice de desenvolvimento humano do país.**re.BNDS.RJ. v.13.nº26.p.139-162.dez.2006.

MEAULO, F.J. **Vulnerabilidade natural à poluição dos recursos hídricos subterrâneos da área de Araraquara(SP).** Trabalho de Dissertação de Mestrado. UNESP- Rio Claro-SP, 2004.

MEAULO, F. J. - **Vulnerabilidade geológica, hidrogeológica e o mapeamento da vulnerabilidade natural à poluição dos aquíferos, na escala 1:25.000, das áreas urbana e de expansão do município de Araraquara-SP recursos hídricos subterrâneos da área de Araraquara (SP).** Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, SP, 2007. 113p. Dissertação de Mestrado - IGCE/UNESP.

MENDOÇA, F. **Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba.** rev. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.º. 10, p 139-148, jul/dez.2004.ed. UFPR.

MEIRELLES *et al* **Sistema de suporte a decisão para avaliação do risco de impactos ambientais em bacias hidrográficas por redes de dependência e lógica fuzzy.** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2259-2266.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Banco de dados: **Salário Mínimo.** Disponível em: [http://www.mte.gov.br/sal\\_min/default.asp](http://www.mte.gov.br/sal_min/default.asp) . Acesso em: 25 de março 2007.

MORAES, M.E.B. **Zoneamento ambiental de bacias hidrográficas: Uma abordagem metodológica aplicada na bacia do Rio Bonito (SP).** Tese de doutoramento apresentada ao programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da saúde da Universidade Federal de São Carlos.131p. 2003.

MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas.** Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Recursos Florestais, área de concentração: Conservação de ecossistemas Florestais – SP. 96p. 2003.

MOURA, D.C. **Especulação imobiliária e valorização do espaço urbano: as queimadas nos terrenos baldios de Araraquara (SP).** Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Araraquara, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.148p.2004.

MULLER, C.C. **Gestão de matas ciliares in: Gestão Ambiental no Brasil.** 4ª ed. Rio de Janeiro: ed FGV, 2001. Org: Ignez Vidigal Lopes *et al*.

NAIME, R; FAGUNDES, R.S. **Controle de qualidade da água do Arroio Portão, Portão, RS.** Instituto de Geociências.UFRGS.Porto Alegre – Brasil.2005.

NASCIMENTO, N.O. **Plano Diretor e Saneamento Ambiental in: PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO, Guia para elaboração pelos municípios e cidadãos.**CONFEA.Ministério das Cidades.160p.2004.

OLIVEIRA, B.C. **A constitucionalidade e a importância dos planos diretores para os municípios paulistas de pequeno porte.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente do Centro Universitário de Araraquara.137p.2007.

PAZINI, D. L. G; MONTANHA, E. P. **Geoprocessamento no ensino fundamental: utilizando SIG no ensino de geografia para alunos de 5ª a 8ª série.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia. Anais São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1329-1336

PEREIRA; R.S. **Identificação e classificação das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Rev. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas.UFRS.vol 1.nº1.2004.

PEREZ, A.C; **Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para a avaliação da qualidade da água do rio Monjolinho, São Carlos, Estado de São Paulo.**Tese apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de São Carlo, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Dr. em Ecologia, área de concentração em Ecologia (Campo de pesquisa Limnologia). São Carlos – SP, 2002, 117p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA. Banco de dados: **Aspectos econômicos.** Disponível em: <[www.araraquara.sp.gov.br/](http://www.araraquara.sp.gov.br/)> . Acesso em: 24 março 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA. Banco de dados: **Localização.** Disponível em: <[www.araraquara.sp.gov.br/](http://www.araraquara.sp.gov.br/)> . Acesso em: 24 março 2007.

POLIDORO, H. A. **Seleção de indicadores de desenvolvimentos sustentável para indústrias do setor siderúrgico.** 2000. 314 p. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RAMOS; T.B. **Sistemas de indicadores e índices ambientais.** Comunicação apresentada no 4º Congresso Nacional dos Engenheiros do Ambiente.pagIV33-IV43, Faro.1997.

REBOUÇAS, A. DA C. Água doce no mundo e no Brasil. In: **REBOUÇAS, A. DA C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. (Org.). Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.**2 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 1-35

TEIXEIRA, D et al. **RELATÓRIO TÉCNICO: Projeto: Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional: Identificação de Impactos Regionais resultantes das principais transformações na Estrutura Produtiva da Região “Araraquara-São Carlos”.** Processo FAPESP: nº 01/13141-4 Coordenação: Profa. Dra. Helena Carvalho De Lorenzo FCL/UNESP – UNIARA – Araraquara.2005.

**RELATÓRIO TÉCNICO: Caracterização Ambiental do município de Araraquara;** Centro Universitário de Araraquara – UNIARA. Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – CEAM – Centro de Estudos Ambientais. Pesquisadores responsáveis: Prof. Dr. Denilson Teixeira (Coordenador do Centro e Estudos Ambientais) Ms Alessandra Alberto (Apoio Técnico Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente); Ms Vitor Eduardo Molina Junior (Apoio Técnico Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente).2007.

RODRÍGUES, M.P. **Avaliação da qualidade da água do alto Jacaré Guaçu/SP (ribeirão do Feijão e rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas.** Tese

apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental

RÖRIG, L.R. **Usos múltiplos e qualidade das águas da Bacia do Baixo Itajaí – Açu – SC: Elementos para um gerenciamento integrado.** Tese de doutoramento apresentada ao programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da saúde da Universidade Federal de São Carlos. 295p. 2005.

ROSSETO, A.M *et al.* **Proposta de um sistema de indicadores para gestão de cidades visando ao desenvolvimento sustentável.** COBRAC.2004.UFSC.Florianópolis.10 a 14/10/2004.

SABANÉS, L. **Manejo sócio-ambiental de recursos naturais e políticas públicas: um estudo comparativo dos projetos “Paraná Rural e Microbacias”.** Dissertação submetida ao programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural como quesito parcial para obtenção de grau de Mestre em Desenvolvimento Rural – Área de concentração em Agricultura, Meio ambiente e Sociedade. UFRGS. Faculdade de Ciências Econômicas. Porto Alegre.2002.

SANGOI, D.S. **Mapeamento Geoambiental da bacia hidrográfica do Arroio Inhacundá, município de São Francisco de Assis /RS..** Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa De Pós-Graduação em Geografia e Geociências, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Geografia.2006.75p.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo.Documentos, 30).>

SÃO PAULO, Lei Estadual 7.633 de 30 de Dezembro de 1991 – Estabelece **Normas da Política Estadual de Recursos Hídricos bem como o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Disponível em: <http://www.ana.gov.br/cobrancauso/AROSLegal/Geral/Legislacoes%20Estaduais/SP/Lei7663-91.pdf>. Acesso em: 18 maio 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. **Gestão participativa das águas /** Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental, Departamento de Educação Ambiental ; texto Rosely Sztibe e Lúcia Bastos Ribeiro de Sena.-São Paulo : SMA/ CPLEA, 2004.

SCHÖNE, C.M.A. **Processo de criação e implementação dos organismos de gestão de água e solo na região metropolitana de Curitiba.** Dissertação apresentada como requisito à obtenção de grau de mestre ao Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau. 145p. 2004.

SCHENINI, P.C; NASCIMENTO, D.T; CAMPOS E.T. **Sustentabilidade sócio-ambiental na gestão municipal.** COBRAC.UFSC-Florianópolis- 10/2004.

SEADE. Sistema Estadual de Análises de Dados. **Desenvolvimento e inclusão social: Os indicadores do estado de São Paulo.** Secretaria de economia e planejamento. 2006.40p.

SERRA, A.L.R.C. **Indicadores de pressão para o córrego do Piçarrão.**Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Saneamento e Meio Ambiente.Campinas-SP.119p.2002.

SETTI, A.A; *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos.**2ªed.Brasília.Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas.2000. 207p.

SILVA, A.L. **A utilização do modelo WinHSPF no estudo das cargas difusa de poluição da Bacia do Ribeirão da Estiva,SP.** Dissertação apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.Área de Concentração Engenharia Hidráulica.158p.2003.

TEIXEIRA, A.J.A; CRUZ, C.B.M. **Classificação de bacias de drenagem com suporte do sensoriamento remoto e geoprocessamento – o caso da Baía de Guanabara.**Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.Goiânia.Brasil.16-21 de abril.2005.INPE.p2779-2786.

TEIXEIRA, D. **Avaliação da qualidade da água e levantamento de custos de tratamento de efluentes visando a recuperação de um sistema eutrofizado (Represa de Salto Grande – Americana/SP).** Tese apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. 183p.2000.

TOMAZONI *et al.* **A qualidade da água das bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau – Sudoeste do Estado do Paraná.**Revista Técnica da SANEPAR, Curitiba, v 20, nº. 20, p 28-34, jul/dez, 2003.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhões, MG.** Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestal, para obtenção do título em *Magister Scientiae*.69p.Viçosa.Mg.2005.

TONISSI, R.M.T. **Percepção e caracterização ambientais da área verde da microbacia do córrego da Água Quente (São Carlos, SP) como etapas de um processo de educação ambiental.** Tese apresentada a escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental.2005.281p

TORRADO, P.V; SPAROVEK, G; SPAROVEK, R.B.M. **Erosão em sulcos, entressulcos e voçorocas em uma microbacia de Piracicaba (SP) intensivamente cultivada.**Sci. agric vol.56n.4. p.859-865 Piracicaba1999.

TUCCI, C.E.M. **Água no meio urbano in: Águas doce no Brasil – Capital Ecológico, Uso e conservação.** Org: Aldo da C. Rebuças; Benedito Braga; José Galizia Tundisi. 3ª ed. – São Paulo. Ed. Escrituras. 2006. 748p.

TUNDISI, J.E.M. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Médio Tocantins (TO).** Tese apresentada ao programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.152p.2006.

TUNDISI, J.G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado.** Cienc. Cult. vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003.

VALE, A.R. **Expansão urbana e plurifuncionalidade no espaço periurbano do município de Araraquara (SP).** Tese de doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia-Área de concentração Organização do Espaço Urbano, para obtenção do título em Doutor em Geografia.221p.2005.

VIEIRA, R. S. **Desafios à realização do Estatuto da Cidade:** a maioria social no Brasil. Anais do I Encontro da Associação Brasileira de Ambiente e Sustentabilidade, Indaiatuba, 2002.

VILLELA, S.M; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo. McGRAW-Hill do Brasil.1975.245p.

VIVACQUA, M.C.R. **Qualidade da água do escoamento superficial urbano-Revisão visando o uso do local.** Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia. Área de Concentração Engenharia Hidráulica.189p.2005.

ZAKIA M.J.B; *et al.* **Delimitação da zona ripária em uma microbacia. In: As florestas plantadas e a água: Implementado o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento.** São Carlos: RiMA, 2006.226p.

APÊNCICE 01 – Questionário de percepção ambiental

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**

**PERCEPÇÃO AMBIENTAL**

**NÚMERO DO QUESTIONÁRIO**

**Município:**

Araraquara

SP

**Bairro:**

**Microbacia:**

Córrego Marivan

**Quadra sorteada:**

**Imóvel Residencial:**

**Imóvel Comercial:**

**Tipo** \_\_\_\_\_

**I – CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO**

1 – Sexo ( ) masculino ( ) feminino      3 – Origem: \_\_\_\_\_

2 – Ano de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      4 – Tempo de residência no local: \_\_\_\_\_

5 – Nível de instrução:

( ) fundamental incompleto    ( ) fundamental completo    ( ) médio incompleto    ( ) médio completo  
( ) superior incompleto        ( ) superior completo        ( ) pós-graduação        ( ) analfabeto

6 – Em qual a classe socioeconômica o senhor (a) se enquadra:

( ) baixa    ( ) média baixa    ( ) média alta    ( ) alta

**II - PERCEPÇÃO AMBIENTAL – MEIO AMBIENTE**

7 – Você sabe o que é uma microbacia hidrográfica?

(( ) sim    ( ) não

8 – O (a) senhor (a) sabe em qual microbacia hidrográfica reside?

( ) não    ( ) sim

9 – Qual a importância do córrego Marivan para o abastecimento de água de Araraquara?

( ) elevada    ( ) média    ( ) pequena    ( ) sem importância    ( ) não sei

10 – Qual sua opinião sobre a qualidade da água do córrego Marivan?

( ) não sabe    ( ) interfere    ( ) não interfere    ( ) as vezes

11 – O lixo lançado próximo ao córrego Marivan interfere na qualidade de suas águas?

( ) não sabe    ( ) interfere    ( ) não interfere    ( ) as vezes

## II - PERCEPÇÃO AMBIENTAL – MEIO AMBIENTE

12 – A retirada ou inexistência de vegetação próxima ao córrego Marivan interfere na quantidade e qualidade de suas águas?

sim  não  não sabe

13 – A ocorrência de erosão na microbacia do córrego Marivan interfere na qualidade e quantidade da água do córrego Marivan?

sim  não  não sabe

14 – A ocorrência de assoreamento no córrego Marivan compromete a qualidade e quantidade de suas águas?

sim  não  não sabe

15 – As queimadas urbanas em seu bairro são freqüentes?

sim  não  não percebo

Se sim, quais as causas que geram as queimadas \_\_\_\_\_

## III - PERCEPÇÃO AMBIENTAL - INFORMAÇÕES

16 – Quais as fontes de informação sobre os assuntos tratados anteriormente?

rádio  jornais e revistas  TV  escolas e universidades

amigos  outra. Qual \_\_\_\_\_

17 – Em relação ao serviço de abastecimento de água de sua cidade e ao problema de poluição dos rios, o (a) Sr.(a) se considera?

desinformado  pouco informado  suficientemente informado

## IV – PERCEPÇÃO AMBIENTAL – HÁBITOS E COSTUMES

18 – Que tipo de água o (a) Sr. (a) costuma beber em casa?

água de torneira, sem filtrar  água filtrada  água mineral

outras fontes \_\_\_\_\_

19 – Quantos litros de água por dia o (a) Sr. (a) acha que consome, aproximadamente, em sua casa, considerando todos os usos (alimentação, banho, lavagem e roupas e de louça, plantas, etc.)?

\_\_\_\_\_ litros

não sei, não tenho idéia

20 – Qual é a atividade que, em sua opinião, gasta maior quantidade de água no dia-a-dia de sua residência?

banho e higiene pessoal  cozinha e louça  lavagem de roupas  lavagem de calçadas

lavagem e carros, motos, outros veículos  descarga de vaso sanitário  limpeza de calçadas

21 – O (a) Sr.(a) separa o lixo de sua casa para reciclagem?

sim  não

## V – DISPOSIÇÃO A PAGAR E ECONOMIZAR

22 – O (a) Sr.(a) acha que existe algum desperdício de água em sua casa (uso exagerado ou desnecessário)?

( ) sim. Qual \_\_\_\_\_ ( ) não

23 – O (a) Sr. (a) fez algum esforço para economizar água nos últimos 12 meses?

( ) sim ( ) não

Se sim passe para a 24, se não passe para 25

24 – O que o (a) Sr. (a) fez

( ) consertei vazamentos ( ) banho mais rápido ( ) economia ao fazer a barba

( ) economia ao escovar os dentes ( ) instalei\ substituí equipamentos hidráulicos

(chuveiros, torneiras, descarga, et.) ( ) outro \_\_\_\_\_

25 – O (a) Sr. (a) reduziria o consumo de água de sua casa, se ela começasse a faltar na sua cidade?

( ) sim ( ) não. Por que não? \_\_\_\_\_

26 – Se o governo lançasse uma campanha para economizar água, que medidas você apoiaria

1 – sim 2 – não

Medidas	S	N
a) Proibir a lavagem de calçadas com água corrente (mangueira)		
b) Proibir a lavagem de carros com água corrente (mangueira)		
c) Aumentar a conta de água no verão (quando aumenta o consumo)		
d) Aumentar a conta de água no inverno quando chove menos		
e) distribuição de um kit gratuito de economia de água (torneiras, chuveiros e descarga que gastam menos) para ser instalado por minha conta em minha casa		
f) Fornecer descontos no preço para que eu compre e instale em minha casa, torneiras, chuveiros e descarga que gastem menos água		
g) Fornecer descontos no preço de torneiras, chuveiros e descarga que gastem menos água e assistência gratuita de funcionários do serviço de água para instalação em minha casa		

27 – O preço da água hoje influi na quantidade que o (a) Sr. (a) consome?

( ) sim ( ) não

28 – Considerando que hoje não se paga pela água que se retira da natureza, e sim pelo serviço de distribuição; e que a água passará a ser cobrada para melhorar o abastecimento público, evitar o racionamento e despoluir os rios, o (a) Sr. (a) estaria disposto a arcar com um pequeno aumento na sua conta de água e esgoto para cobrir essa despesa?

( ) sim ( ) não. Por que não? \_\_\_\_\_

29 – Considerando que a quantidade de lixo produzida é um problema e que o lixo jogado de maneira irregular pode comprometer a qualidade da água e criar condições para a proliferação de animais que transmitem doenças à população, você aceitaria pagar uma taxa ambiental para resolver esses problemas?

( ) sim ( ) não. Por que não? \_\_\_\_\_

ANEXO 01 – Parâmetros de qualidade da água fornecido pelo DAAE

MONITORAMENTO DO CÓRREGO MARIVAN - AFLUENTE DO RIB. DAS CRUZES - COLETA 12/02/04					
ESTAÇÕES DE COLETA					
LOCAL				Código	Nº da Amostra
Nascente do Córrego Marivan				1	AM 0092/04
Próximo à última Chácara				2	AM 0093/04
SAMUA				3	AM 0094/04
Captação do Ribeirão das Cruzes				4	AM0095/04
PARÂMETROS	1	2	3	4	Padrão Rio Classe 4
DQO (mg/L)	<1	6	<1	<1	-
DBO (mg/L)	<1	< 1	<1	<1	6,72
pH (no laboratório)	6,5	6,7	6,9	7,3	6,0 a 9,0 <sup>(a)</sup>
Condutividade (us/cm)	175,0	126,0	136,0	134,0	-
Sólidos Sedimentáveis 60' (mL/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	Virt. Ausentes <sup>(b)</sup>
Nitrito (mg/L)	ND	0,006	0,008	0,009	-
Nitrato (mg/L)	NR	NR	NR	NR	-
Amônia (mg/L)	0,11	0,10	0,14	0,07	-
Fósforo Total (mg/L de P)	ND	0,04	0,05	0,30	-
Cloreto (mg/L Cl)	1,94	0,97	0,97	ND	-
OD (mg/L)	4,3	6,6	5,3	7,3	> 2,0 <sup>(b)</sup>
Turbidez (NTU)	2,0	7,0	6,0	7,0	-
Cor (Hazen)	3,0	19,0	21,0	17,0	-
Temperatura ambiente (°C)	25,0	28,0	27,0	27,0	-
Temperatura amostra (°C)	30,0	31,0	29,0	32,0	-
Chuva - 24 h	não	não	não	não	-
Hora da coleta	14:00	14:10	14:30	14:50	-
Coliformes Totais (UFC/100mL)					-
Coliformes Fecais (UFC/100mL)					-
Análise segundo Normas da 20a ed. do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater e CETESB, exceto para a análise de Nitrato (Merck)					

ANEXO 02 – Parâmetros de qualidade da água fornecidos pelo DAAE

MONITORAMENTO DO CÓRREGO MARIVAN- AFLUENTE DO RIB. DAS CRUZES - COLETA DE 07/11/05				
ESTAÇÕES DE COLETA				
LOCAL			Código	Nº da Amostra
Córrego Marivan - Nascente			1	AM 738/05
Córrego Marivan na ponte da Av. Luiza Helena de Barros			2	AM 739/05
Córrego Marivan na foz com Ribeirão das Cruzes			3	AM 740/05
PARÂMETROS	1	2	3	Padrão Rio Classe 2
DQO (mg/L)	5	11	18	-
DBO (mg/L O <sub>2</sub> )	1	1	1	< 5 mg/L O <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>
pH (no laboratório)	7,9	7,7	7,7	6,0 a 9,0 <sup>(a)</sup>
Condutividade (us/cm)	79	59	46	-
Sólidos Sedimentáveis 60' (mL/L)	0	0	0	virtualmente ausentes <sup>(a)</sup>
Nitrito (mg/L N)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 1,0 mg/L N <sup>(a)</sup>
Nitrato (mg/L N)	2,9	1,6	0,4	< 10,0 mg/L N <sup>(a)</sup>
Amônia (mg/L N)	0,1	< 0,05	0,1	< 2,0 mg/L N em pH entre 7,5 e 8,0 <sup>(a)</sup>
Fósforo Total (mg/L de P)	0,115	0,028	0,051	< 0,050 mg/L P <sup>(a)</sup>
Cloreto (mg/L Cl)	3	ND	1	< 250 mg/L Cl <sup>(a)</sup>
OD (mg/L O <sub>2</sub> )	6,2	6,7	5,0	> 5,0mg/L O <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>
Turbidez (NTU)	6	20	34	< 100 NTU <sup>(a)</sup>
Cor (mg/L Pt)	28	29	124	< 75 mg/L Pt <sup>(a)</sup>
Flúor (mg/L F)	0,2	0,1	0,1	< 1,4 mg/L F
Temperatura ambiente (°C)	26	26	26	-
Temperatura amostra (°C)	25	24	24	-
Chuva - 24 h	não	não	não	-
Hora da coleta	10:00	10:20	10:40	-
<b>Análise segundo Normas da 20ª ed. do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater e CETESB; Obs.: (a) Resolução CONAMA 357/2005 Art. 14 e 15.</b>				

ANEXO 03 - Parâmetros de qualidade da água fornecidos pelo DAAE

MONITORAMENTO DO CÓRREGO MARIVAN - 09/10/06			
ESTAÇÕES DE COLETA			
LOCAL	Código	Hora da Coleta	Nº Amostra
Córrego Marivan - próximo à rua Emílio Ribas e Av. Maurício Galli	1 MV	15:00	AM 687/06
Córrego Marivan – a cerca de 500m a jusante da rua Emílio Ribas e Av. Maurício Galli	2 MV	15:20	AM 688/06
PARÂMETROS	1 MV	2 MV	Padrão Rio Classe 2
DQO (mg/L)	12	15	-
DBO (mg/L O <sub>2</sub> )	2	7	< 5 mg/L O <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>
pH (no laboratório)	7,3	7,2	6,0 a 9,0 <sup>(a)</sup>
Condutividade (us/cm)	79	100	-
Amônia (mg/L de N)	< 0,05	0,1	< 3,7mg/L em pH < 7,5 <sup>(a)</sup>
Fósforo Total (mg/L de P)	0,014	0,059	< 0,050 mg/L P <sup>(a)</sup>
OD (mg/L O <sub>2</sub> )	5,7	5,7	> 5,0mg/L O <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>
Substâncias Solúveis em Hexano *(mg/L)	121	63	virtualmente ausentes <sup>(a)</sup>
Temperatura ambiente (°C)	29	29	-
Temperatura amostra (°C)	26	27	-
Chuva - 24 h	não	não	-
Coliformes Totais (UFC/100mL)	6,0E+03	2,3E+04	-
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	4,0E+02	6,0E+03	< 1,0E+03 <sup>(a)</sup>
Análise segundo Normas da 20a ed. do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater e CETESB Obs.: (a) Resolução CONAMA 357/2005 Art. 14 e 15. *Substâncias solúveis em hexano incluem óleos minerais, vegetais e gorduras animais.			

ANEXO 04 - Parâmetros de qualidade da água fornecidos pelo DAAE

MONITORAMENTO DO CÓRREGO MARIVAN - 23/11/06			
ESTAÇÕES DE COLETA			
LOCAL	Código	Hora da Coleta	Nº Amostra
Córrego Marivan - próximo a Rua Emílio Ribas e Av. Maurício Galli	1 MV	14:15	AM 823/06
Córrego Marivan – a cerca de 500m a jusante da Rua Emílio Ribas e Av. Maurício Galli	2 MV	14:25	AM 824/06
PARÂMETROS	1 MV	2 MV	Padrão Rio Classe 2
DQO (mg/L)	26	20	-
DBO (mg/L O <sub>2</sub> )	1	1	< 5 mg/L O <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>
pH (no laboratório)	6,4	6,6	6,0 a 9,0 <sup>(a)</sup>
Condutividade (us/cm)	77	107	-
Cor (Hazen)	54	69	< 75 mg/L Pt
Turbidez (NTU)	1	1	< 100 NTU
Amônia (mg/L de N)	< 0,05	0,1	< 3,7mg/L em pH < 7,5 <sup>(a)</sup>
Fósforo Total (mg/L de P)	0,010	0,045	< 0,050 mg/L P <sup>(a)</sup>
OD (mg/L O <sub>2</sub> )	6,0	6,6	> 5,0mg/L O <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>
Substâncias Solúveis em Hexano (mg/L) *	31	27	virtualmente ausentes <sup>(a)</sup>
Temperatura ambiente (°C)	35	35	-
Temperatura amostra (°C)	27	27	-
Chuva - 24 h	não	não	-
Coliformes Totais (UFC/100mL)	2,2 E+04	3,3 E+04	-
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	4,0 E+02	4,5 E+03	< 1,0E+03 <sup>(a)</sup>
<b>Análise segundo Normas da 20a ed. do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater e CETESB</b> <b>Obs.: (a) Resolução CONAMA 357/2005 Art. 14 e 15. *Substâncias solúveis em hexano incluem óleos minerais, vegetais e gorduras animais.</b>			

ANEXO 05 - Principais artigos da Lei Complementar 350 de 27/12/2005 que podem contribuir com o diagnóstico, monitoramento, recuperação e preservação da microbacia do Marivan – Araraquara – SP

Artigo/Conteúdo
49
<p><b>Constituem princípios da política municipal do Meio Ambiente:</b></p> <p><b>I – Gestão e atuação do Município na promoção, manutenção e controle do meio ambiente ecologicamente equilibrado, entendido como bem-estar de uso comum do povo;</b></p> <p><b>II – Gerenciamento da utilização adequada dos recursos naturais baseadas na precaução e na ação conjunta do Poder Público e da coletividade, visando proteger, conservar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, garantindo desenvolvimento sustentável;</b></p> <p><b>III – Organização e utilização adequada do solo urbano e rural, objetivando compatibilizar sua ocupação com as condições exigidas para recuperação, conservação e melhoria da qualidade ambiental;</b></p> <p><b>IV – Proteção dos ecossistemas, das unidades de conservação, da fauna e da flora;</b></p> <p><b>V – Realização de planejamento e zoneamento ambientais, bem como o controle e fiscalização das atividades potencial ou efetivamente degradantes;</b></p> <p><b>VI – Promoção de estímulos e incentivos e formas de compensação às atividades destinadas a manter o equilíbrio ecológico;</b></p> <p><b>VII – Articulação, coordenação e integração da ação pública entre os órgãos e entidades do Município e com os demais níveis de governo, bem como a realização de parcerias com o setor privado e organizações da sociedade civil, visando a recuperação, preservação e melhoria do meio ambiente;</b></p> <p><b>VIII – Promoção da educação ambiental.</b></p>
52
<p><b>Constituem objetivos da política municipal do Meio Ambiente:</b></p> <p><b>I – Compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a instauração e ou conservação da qualidade ambiental, visando assegurar as condições da sadia qualidade de vida e do bem-estar da coletividade e demais formas de vida;</b></p> <p><b>II – Estabelecer no processo de planejamento da cidade normas relativas ao desenvolvimento urbano que levem em conta a proteção e melhoria ambiental e utilização adequada do espaço territorial e dos recursos hídricos, mediante critérios sobre o uso e ocupação do solo;</b></p> <p><b>VI – Promover a diminuição e o controle dos níveis de poluição ambiental: atmosférica, hídrica, sonora, visual e do solo;</b></p> <p><b>VII – Promover a recuperação e proteção dos recursos hídricos, mata ciliares e áreas degradadas;</b></p> <p><b>XII – Proteger a fauna e a flora.</b></p>
56
<p><b>Constituem Diretrizes da política municipal do Meio Ambiente:</b></p> <p><b>I – A elaboração do diagnóstico ambiental, considerando a partir das condições dos recursos ambientais e da qualidade ambiental, incluindo-se o grau de degradação dos recursos naturais, das fontes poluidoras e do uso do solo municipal;</b></p> <p><b>II – A definição das metas a serem atingidas para a qualidade da água, do ar e do solo;</b></p> <p><b>III – A fixação de diretrizes e parâmetros ambientais para o uso e ocupação do solo e para a conservação e ampliação da cobertura vegetal;</b></p> <p><b>IV – A determinação da capacidade-suporte dos ecossistemas, indicando limites de absorção de impactos provocados pela instalação de atividades produtivas e de obras de infra-estrutura;</b></p> <p><b>V – A criação de programas e instrumentos específicos de gestão, monitoramento, prevenção, redução de riscos e de mitigação de impactos ambientais decorrentes de eventos hidrológicos críticos, incêndios florestais, queimadas urbanas e rurais predatórias, atividades industriais e agrícolas poluidoras, do aumento e densidade de tráfego de veículos automotores, da disposição de resíduos sólidos;</b></p> <p><b>VI – Promover o controle das atividades poluidoras para prevenir e combater os danos ambientais de assoreamento da rede hídrica, alterações climáticas, poluição das águas e do ar, erosão e contaminação do solo, degradação de áreas protegidas, poluição sonora, presença de vetores e doenças endêmicas.</b></p>

ANEXO 05 - Continuação

Artigo/Conteúdo
<p style="text-align: center;"><b>62</b></p> <p><b>Das águas superficiais que abastecem o Município, o Poder Executivo Municipal, através dos órgãos competentes, deverá:</b></p> <p><b>I – Em situação emergencial, o Poder Público Municipal pode limitar ou proibir, pelo tempo mínimo necessário, o uso da água em determinadas regiões do Município, e o lançamento de efluentes nos corpos d’água afetados, ouvidos os órgãos estaduais competentes;</b></p> <p><b>II – É proibido desviar, derivar ou construir barragens nos leitos das correntes de água, bem como obstruir de qualquer forma o seu curso sem autorização dos órgãos estaduais e federais competentes, devendo comunicar a Coordenadoria de Gestão Ambiental;</b></p> <p><b>V – A Administração Municipal, através da Coordenadoria de Gestão Ambiental, deverá adotar medidas para a proteção e o uso adequado das águas superficiais, fixando critérios para a execução de serviços, obras ou instalações de atividades nas margens de rios, córregos, lagos, represas e galerias.</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>64</b></p> <p><b>Para o sistema de saneamento ambiental, consideram-se os seguintes princípios gerais:</b></p> <p><b>I – Preservar, recuperar e monitorar os recursos naturais e os sistemas de saneamento ambiental existentes;</b></p> <p><b>II – Racionalizar o uso dos recursos hídricos de forma sustentável;</b></p> <p><b>III – Promover a universalização do abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos e a coleta, tratamento e disposição final de resíduos urbanos;</b></p> <p><b>IV – Garantir o direito à informação e à participação na gestão do saneamento ambiental;</b></p> <p><b>V – Melhorar a qualidade de vida e proteger a saúde pública;</b></p> <p><b>VI – Promover a educação ambiental de forma continuada;</b></p> <p><b>VII – Promover a cooperação interinstitucional com os órgãos da União, do Estado e dos Municípios;</b></p> <p><b>VIII – Buscar parcerias com Universidades, Organizações Não-Governamentais – ONGs, setores e demais segmentos sociais organizados para a promoção do desenvolvimento sustentável;</b></p> <p><b>X – Garantir a universalização do abastecimento de água, coleta e tratamento dos esgotos e o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de maneira ininterrupta e de acordo com os padrões ambientais e de saúde pública vigentes;</b></p> <p><b>XII – O solo somente poderá ser utilizado para destino final dos resíduos sólidos de qualquer natureza desde que sua disposição final seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos, conforme as normas pertinentes, seja em propriedade pública ou privada, e em qualquer das hipóteses, sujeitos à aprovação da Coordenadoria de Gestão Ambiental;</b></p> <p><b>XIII – Não é permitido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular, no solo, resíduos que alterem as condições físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente;</b></p> <p><b>XIV – O Poder Público deverá implantar sistema funcional de fiscalização e controle ambiental, sanções aos despejos clandestinos e a disposição inadequada de resíduos;</b></p> <p><b>XV – A Prefeitura deverá incentivar, através de programas específicos, a implantação de reciclagem de resíduos;</b></p> <p><b>XVI – Reconhecer e disciplinar a catação de materiais recicláveis, através de programas específicos;</b></p> <p><b>XVII – Não será permitido:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>a) A disposição indiscriminada de lixo em locais inapropriados, em áreas urbanas ou agrícolas;</li><li>b) A incineração e a disposição final do lixo a céu aberto;</li><li>c) A utilização do lixo “in natura” para alimentação de animais e adubação orgânica;</li><li>d) O lançamento de lixo em água de superfície, sistemas de drenagem de águas pluviais, poços, cacimbas e áreas erodidas;</li><li>e) O assoreamento do fundo de vale através da colocação de lixo, entulhos e outros materiais.</li></ol>

ANEXO 05 - Continuação

Artigo/Conteúdo
<p style="text-align: center;">65</p> <p>Constituem objetivos gerais para o sistema de saneamento ambiental em relação ao Abastecimento de Água:</p> <p>II – Estabelecer procedimentos, normas e diretrizes para preservação, recuperação e ocupação das zonas de proteção ambiental, particularmente as áreas de recarga do aquífero Guarani e demais mananciais pertencentes ao Município, principalmente das nascentes a montante de captações de interesse do Município;</p> <p>VI – Recuperar e preservar a mata ciliar dos cursos d'água da área do Município, principalmente localizadas a montante de captações.</p>
<p style="text-align: center;">67</p> <p>Constituem objetivos gerais para o sistema de saneamento ambiental em relação ao Tratamento e Disposição dos Resíduos Sólidos:</p> <p>I – Garantir a universalização dos serviços de coleta, tratamento e disposição dos resíduos, de maneira ininterrupta e de acordo com os padrões ambientais e de saúde pública vigentes;</p> <p>II – Proteger a saúde pública por meio do controle de ambientes insalubres derivados de manejo e destinação inadequados de resíduos sólidos;</p>
<p style="text-align: center;">69</p> <p>Constituem diretrizes e estratégias para o sistema de saneamento ambiental em relação à coleta e tratamento de esgotos:</p> <p>V – Implantar programas de monitoramento dos cursos de água do Município de acordo com os padrões e normas vigentes, e manter público o registro dos resultados esperados;</p>
<p style="text-align: center;">78</p> <p style="text-align: center;">Constituem diretrizes do Sistema Municipal de Drenagem Urbana:</p> <p>III – A manutenção do sistema de drenagem inclui a limpeza e desobstrução dos cursos d'água, várzeas, canais e galerias e as obras civis de recuperação dos elementos de canalização construídas, bem como o desassoreamento das lagoas de contenção existentes;</p> <p>VI – Promover campanhas públicas educativas para o uso, manutenção e limpeza do sistema de drenagem, curso d'água, canais e galerias, bem como a preservação das faixas sanitárias, várzeas e fundo de vale;</p> <p>VII – Definir procedimentos administrativos e de treinamento de pessoal para a preservação de enchentes, inundações urbanas, erosões de solo, deposição de entulhos de construção civil e lixo domiciliar em áreas não licenciadas, queimadas e desmatamentos urbanos.</p>
<p style="text-align: center;">79</p> <p style="text-align: center;">Constituem ações estratégicas para o Sistema Municipal de Drenagem Urbana:</p> <p>II – Implantar e regulamentar os sistemas de retenção de água pluvial em lotes e glebas de áreas privadas, comerciais e industriais, áreas públicas e institucionais, e empreendimentos urbanísticos de parcelamento do solo, com implementação de reservatórios de retenção de água pluvial regulamentado por normas técnicas e leis específicas, bem como a aplicação de parâmetros urbanísticos de zoneamento, uso e parcelamento do solo, como índices de permeabilidade e o índice de cobertura vegetal, como procedimentos normativos para reduzir a sobrecarga temporária do sistema público de drenagem e a implantação de programas de reuso da água para determinadas atividades;</p> <p>III – Nos projetos de drenagem e intervenções urbanísticas, incentivar e regulamentar a adoção de pisos drenantes e ecológicos, particularmente nas vias locais, de acesso, de pedestres, parques e espaços livres públicos.</p>

ANEXO 05 - Continuação

Artigo/Conteúdo
87
A política municipal de habitação terá como objetivos:
X – Implementar programas habitacionais com atividades conjuntas de proteção ao meio ambiente e de educação ambiental, de modo a assegurar a preservação das áreas de mananciais, a não ocupação das áreas de risco e dos espaços destinados a bens de uso comum da população, por meio de parcerias de órgãos de governo e organizações não governamentais.
103
Constituem diretrizes e ações estratégicas da política de qualificação da paisagem urbana, áreas públicas e patrimônio ambiental:
I – Promover e criar instrumentos técnicos, institucionais e legais de gestão da paisagem urbana visando garantir sua qualidade, pelo controle de fontes de poluição visual, sonora, dos recursos hídricos, do solo e do ar, da acessibilidade e visibilidade das áreas verdes e no contato com a natureza dentro da estrutura urbana e municipal;
XI – Disciplinar e controlar a poluição visual e sonora, dos recursos hídricos, do solo e do ar que possam afetar a paisagem urbana e ambiental;
XVI – Estabelecer programas de preservação, conservação e recuperação de áreas urbanas e naturais degradadas, bem como zelar pela posse, coibindo e controlando invasões.
110
As Redes Hídricas e Corredores de Integração Ecológica – CIECO apresentam os seguintes objetivos:
II – Proteção e preservação da biodiversidade, dos recursos e elementos de conservação natural;
IV – Implantação da renaturalização das APP – Área de preservação Permanente, redes hídricas, recuperação e manutenção das galerias verdes e matas ciliares da cidade, particularmente em se tratando da classificação geológica, apresentada no MAPE.4 de Zoneamento Ambiental, no ANEXO I;
V – Ampliação das áreas verdes permeáveis ao longo dos fundos de vale, com dispositivos de retenção controlada de águas pluviais e controle de enchentes;
VI – Estímulo ao saneamento ambiental, recuperando áreas ambientalmente degradadas junto aos corpos d’água, e preservação de nascentes em áreas urbanas e municipais;
111
Para a implementação dos objetivos e programas de corredores de integração ecológica e recuperação ambiental, fica previsto uma faixa com largura mínima de 100 (cem metros) ao longo de cada uma das margens dos cursos d’água, fundos de vale ou talvegues do conjunto das redes hídricas que configuram o espaço urbano e municipal, devido às características geológicas previstas no MAPE 4 de zoneamento Ambiental no ANEXO I, conforme diretrizes abaixo:
I – Considera-se <i>non aedificandi</i> a faixa de 30(trinta) metros ao longo de cada uma das margens dos cursos d’água existentes da cidade e no município, destinada à implantação dos CIECO, aplicando-se dispositivos legais da legislação federal pertinente;
133
É obrigatória a recuperação de áreas degradadas ou que venham a se caracterizar como áreas degradadas em função de ações antrópicas, sendo responsabilizados os seus autores e ou proprietários, consoante legislação em vigor
134
Caberá aos cidadãos do município, e em especial aos órgãos e entidades da administração municipal, zelar pela qualidade da paisagem urbana, promovendo as medidas adequadas para a:
V – A recuperação de áreas degradadas.
135
O Poder Público Municipal, no rol de suas atribuições constitucionais, estabelecerá as ações e medidas reparadoras para a recuperação de áreas degradadas, bem como os prazos para a sua execução, exercendo, também, a fiscalização do seu cumprimento.

ANEXO 05 - Continuação

Artigo/Conteúdo
<p style="text-align: center;">146</p> <p style="text-align: center;"><b>Constituem objetivos e diretrizes do modelo espacial e uso do solo urbano:</b></p> <p><b>I – Preservação e proteção de áreas impróprias à urbanização, de urbanização controlada, e áreas especiais de interesse ambiental;</b></p> <p><b>II – Preservação, proteção e revitalização de áreas especiais de interesse e unidades de conservação ambiental e cultural;</b></p> <p><b>VI – Adoção de microbacias hidrográficas como unidades territoriais de planejamento regional, gestão ambiental, monitoramento e gerenciamento dos recursos hídricos e manejo do solo, particularmente para os planos diretores regionais como instrumento de planejamento setorial.</b></p>
<p style="text-align: center;">218</p> <p>A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou degradantes, dependerão, nos termos da legislação aplicável, de prévio licenciamento do órgão ambiental competente.</p> <p>§ 1º A licença Ambiental para empreendimentos ou atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio será emitida somente após a avaliação do prévio Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (EIA/RIMA)</p>
<p style="text-align: center;">219</p> <p>Os empreendimentos ou atividades que não necessitem de prévio licenciamento do órgão ambiental competente mas que, efetiva ou potencialmente, ocasionarem alterações nas características urbanas do entorno, deverão apresentar ao órgão municipal competente, previamente à emissão das licenças ou alvarás de construção, reforma ou funcionamento, Estudos de Impacto de Viabilidade Urbanística (RIVU) e seu respectivo Relatório de Impacto de Viabilidade Urbanística (RIVU),</p>
<p style="text-align: center;">230</p> <p>Os parâmetros urbanísticos básicos e máximos são determinados a seguir:</p> <p>§ 3.º Nas ZOPRE situadas em APRM – Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais, poderão ser aplicados os instrumentos urbanísticos de transferência do direito de construir, de preempção e outros instrumentos previstos no artigo 191, considerando formas de compensação e incentivo ambiental de proteção e preservação da área, podendo-se admitir unidades espaciais de projeto urbano sustentável – UEPUS, de acordo com o artigo 240, na forma de condomínios ou loteamentos urbanos sustentáveis tipo cidade-jardim, conjuntos habitacionais tipo ecovilas com unidades de produção agroecológica, parques vivenciais, clubes de campo e recreacionais, institutos e fundações culturais científicas, chácaras de recreio e outras atividades de alta permeabilidade do solo, baixa densidade residencial e construtiva e cobertura vegetal;</p> <p>§ 5.º Na APRM – Área de Proteção e Recuperação de Mananciais, fica determinada a faixa de proteção e preservação de 100 metros, non aedificandi, ao longo de cada uma das margens da rede hídrica, conforme previsto no Art. 111 desta Lei, compreendida por faixa de 30 (trinta) metros de APP – Área de Preservação Permanente e 70 (setenta) metros de Corredor de Integração Ecológica (CIECO), sendo permitido apenas <math>\frac{3}{4}</math> (três quartos) de incidência de áreas verdes para efeito de parcelamento do solo;</p> <p>§ 6.º Em APRM – Área de Proteção e Recuperação de Mananciais, no entorno de represas de captação de água para abastecimento público, além da faixa especificada no parágrafo acima, fica determinado um sistema de proteção e preservação, a ser submetido à aprovação e licenciamento municipal, em que serão aplicados os instrumentos urbanísticos de transferência do direito de construir ou de desapropriação previstos nesta Lei.</p>

Fonte: PMA, 2007.