

**HERMENEILCE WASTI AIRES PEREIRA CUNHA**

**CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL DO RIO MEARIM NA  
CIDADE DE ARARI-MA**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Agroecologia da Universidade  
Estadual do Maranhão para obtenção do  
grau de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Costa

São Luís  
2003

Cunha, Hermeneilce Wasti Aires Pereira.

Caracterização sócio-ambiental do rio Mearim na cidade de Arari-MA / Hermeneilce Wasti Aires Pereira Cunha.-São Luis, 2003.

108f. il.

Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – UEMA, 2003.

1. Rio Mearim 2. Qualidade da água 3. Aspectos sócio-ambientais. I. Título.

CDU: 504.062.4 (812.1 Arari)

**HERMENEILCE WASTI AIRES PEREIRA CUNHA**

**CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL DO RIO MEARIM NA CIDADE DE  
ARARI-MA**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Agroecologia da Universidade  
Estadual do Maranhão para obtenção do  
grau de Mestre em Agroecologia.

Aprovada em \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alessandro Costa Silva (Orientador)  
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

---

Prof. Dr. José Magno Martins Bringel  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Francisca Helena Muniz  
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

*Aos meus dois maiores incentivadores:  
Acácio e Levy Cunha que em muitos  
momentos foram privados de realizar seus  
interesses, sonhos, e desejos, dedico este  
trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais Valeriano e Ruth Pereira pelo amor e dedicação.

A CAPES, pela bolsa concedida, que me possibilitou realizar parte deste trabalho;

Aos professores do Curso de Mestrado em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Alessandro Costa da Silva, pela orientação e incentivo;

À professora Dra. Francisca Helena Muniz e ao Prof. Dr. José Magno Martins Bringel pelas sugestões e observações para a melhoria deste trabalho;

Aos colegas de curso a minha gratidão;

À aluna de iniciação científica do Curso de Química da Universidade Federal do Maranhão, Aline Leônidas, pelo auxílio e companheirismo nas realizações das pesquisas de campo;

Ao engenheiro agrônomo Dr. Reginaldo Santos, chefe da EMAPA em Arari-MA, pelas informações prestadas.

Aos professores Victor Elias Mouchereck Filho e Armando Barbosa Bayma do Laboratório de Físico-química da Universidade Federal do Maranhão, pelo apoio e atenção dispensada quanto às análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos;

Aos moradores da cidade de Arari-MA, que contribuíram fornecendo as informações referentes aos aspectos sócio-ambientais;

À bibliotecária Bélgica Fontinele, pela normalização deste trabalho.

*Não basta abrir a janela para  
ver os campos e o rio.*

*Não é bastante não ser cego  
para ver as árvores e as flores.*

*Fernando Pessoa*

## RESUMO

Estudo sobre as características sócio-ambientais do rio Mearim na cidade de Arari-MA. Uma análise e avaliação das variáveis físico-químicas e microbiológicas, realizadas nos meses de dezembro de 2002 e março de 2003, nas águas do rio Mearim, como possíveis indicadores de alterações ambientais provocadas pela disposição inadequada do lixo às margens do rio. Foi constatado o lançamento “in natura” de resíduos sólidos e líquidos em seu leito, bem como o assoreamento provocado pela retirada da vegetação nativa, além da erosão causada por práticas agrícolas inadequadas. Os resultados das análises das águas foram realizados de acordo com os valores de referência do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), indicando a necessidade do uso racional desse recurso. Foi investigada a qualidade de vida dos moradores, percebida por meio de questionários de amostragem probabilística não acidental, onde a população ainda enfrenta problemas sérios de ordem social, sendo necessária a implementação de programas de políticas públicas que incorporem ações que promovam o bem estar da comunidade local.

Palavras chave: Rio Mearim, qualidade da água, aspectos sócio-ambientais.

## **ABSTRACT**

Study about the socio-environmental characteristics of the river Mearim in the municipal district of Arari-MA, Brazil. An analysis and evaluation of physiochemical and microbiological variables of the water of the river Mearim realized in the period of December of 2002 and March of 2003, as possible indicators of environmental alterations provoked by the inadequate disposition of the waste in the banks of the river. It was verified the release "in natura" of solid and liquid residues in its margins, as well as the ravage provoked by the deforestation and the erosion caused by inadequate agricultural practices. The results of the analysis of the waters in agreement with the CONAMA's reference values, indicating the need of the rational use of that resource. With respect to the investigation of the life quality of the local population it was noticed through questionnaires of sampling probability no accidental that the population still faces serious problems of social order, being necessary the implementation of public politic programs that incorporate actions to promote the welfare of the community.

Key words: River Mearim, quality of the water, socioenvironmental aspects.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação mensal na cidade de Arari-MA. ....	36
Gráfico 2 - Análise comparativa dos parâmetros físico-químicos das águas do rio Mearim na cidade de Arari-MA. ....	40
Gráfico 3 - Análise bacteriológica das águas do rio Mearim na cidade de Arari-MA. ....	46
Gráfico 4 - Forma de utilização do rio Mearim pela população em Arari-MA. ....	52
Gráfico 5 - Frequência de utilização do rio Mearim pela população de Arari-MA ....	53
Gráfico 6 - Aspectos naturais observados no rio Mearim. ....	54
Gráfico 7 - Aspectos que comprometem o rio Mearim na cidade de Arari-MA ....	54
Gráfico 8 - Sugestões para melhorar as condições ambientais do rio Mearim na cidade de Arari-MA. ....	57
Gráfico 9 - Expectativas sobre o futuro do rio Mearim em Arari-MA ....	57
Gráfico 10 - Tempo de residência em Arari-MA ....	60
Gráfico 11 - Grau de instrução da população de Arari-MA. ....	61
Gráfico 12 - Profissão do chefe da família da população de Arari-MA. ....	62
Gráfico 13 - Renda familiar da população de Arari-MA. ....	63
Gráfico 14 - Eletrodomésticos dos moradores entrevistados no Município de Arari-MA. ..	63
Gráfico 15 - Procedência da água consumida pelas famílias de Arari-MA. ....	65

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Mapa de localização do município de Arari-MA. ....	26
Figura 2	- Situação geográfica dos pontos de coletas nas águas do rio Mearim na zona urbana do município de Arari-MA.....	31
Fotografia 1	- Vegetação cultivada às margens do rio Mearim em Arari-MA. ....	48
Fotografia 2	- Planta aquática chamada aguapé no rio Mearim em Arari-MA.....	50
Fotografia 3	- Assoreamento em um trecho do rio Mearim na cidade de Arari-MA...	56
Fotografia 4	- Serviço público de coleta de lixo na cidade de Arari-MA .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características e coordenadas geográficas dos pontos de coletas.....	30
Tabela 2 - Distância latitudinal entre os pontos de coletas.....	30
Tabela 3 - Principais poluentes das áreas residuárias. ....	37
Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos analisados nas águas do rio Mearim na cidade de Arari-MA .....	39
Tabela 5 - Resumos dos limites estabelecidos pela CONAMA .....	39
Tabela 6 - Parâmetros microbiológicos encontrados nas águas do rio Mearim na cidade de Arari-MA.....	46
Tabela 7 - Utilização do rio Mearim pela população da cidade de Arari-MA. ....	52
Tabela 8 - Faixa etária da população pesquisada.....	59

## SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS.....	9
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	10
LISTA DE TABELAS .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 A água e o desenvolvimento sustentável .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 A legislação dos recursos hídricos .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Bacias hidrográficas do Maranhão .....</b>	<b>19</b>
2.3.1 Bacia do rio Mearim.....	21
2.3.2 O rio Mearim e o desenvolvimento da região: o caso da cidade de Arari-MA .	24
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Área de estudo .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Metodologia .....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Parte experimental .....	29
3.2.2 Procedimento analítico .....	32
3.2.3 Aplicação de questionários.....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Estudo químico da água do rio Mearim na cidade de Arari-MA.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Percepção ambiental dos moradores de Arari-MA.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3 Realidade social e econômica da cidade de Arari-MA.....</b>	<b>58</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>66</b>
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICES.....	73
ANEXOS .....	76

## 1 INTRODUÇÃO

O rápido e intenso processo de interferência do homem nos ecossistemas tem agravado inúmeros problemas ambientais que repercutem de forma direta no equilíbrio das paisagens e na vida das populações. Os ecossistemas aquáticos continentais são exemplos altamente vulneráveis aos impactos antrópicos. Estes sistemas naturais podem ser observados por meio da caracterização das águas de áreas populosas, as quais se localizam quase sempre às margens dos rios (COSTA, 1995).

Os rios apresentam características particulares, no que se refere ao fator dinâmico do movimento do corpo de água. Os cursos fluviais mostram forte direcionamento e são altamente interativos com os ambientes circundantes do qual fazem parte (SOUSA, 1997). No Brasil, a gestão dos recursos hídricos tem merecido ampla discussão em razão da degradação qualitativa e quantitativa dos mesmos. Inicialmente, tal discussão detinha-se na problemática de elementos relacionados à produção de energia do país, ao armazenamento e à contenção de cheias por meio de barragens. E, em um segundo momento, a preocupação foi com o controle dos dejetos industriais e domésticos que, via de regra, são lançados “in natura” nos cursos de água (BRASIL, 2002).

Segundo Rebouças; Braga; Tundisi (2002), o conceito de desenvolvimento sustentável tem limites, os quais são impostos pelos estágios atuais da tecnologia e da organização social, no tocante aos recursos ambientais, em geral, e à água em particular. Apesar do Brasil destacar-se como país de maior descarga média dos rios do planeta, eles não se distribuem de forma homogênea no seu território. Regiões, como o semi-árido nordestino, apresentam baixo índice pluviométrico. Em contra

partida, a região norte do país apresenta índices extremamente elevados de disponibilidade hídrica.

No que se refere à avaliação da qualidade da água, não basta uma população dispor de água em quantidade, é necessário que esse elemento se caracterize por um determinado padrão mínimo de qualidade. É extremamente difícil avaliar claramente a situação da qualidade da água no Brasil. Isto acontece em decorrência da falta de programas de monitoramento e, conseqüentemente, da falta de recursos para manter e ampliar possíveis sistemas de avaliação e controle de águas (MOTA, 1995).

Destacando-se os principais problemas relacionados à qualidade de água do Nordeste, Rebouças; Braga; Tundisi (2002) enunciam os seguintes: salinização dos corpos hídricos; formações cristalinas normalmente salinas; elevados níveis de turbidez e assoreamento. Este último parâmetro é freqüentemente percebido em importantes bacias, exemplificando a do São Francisco, Parnaíba e algumas do Maranhão, como Mearim e Itapecuru. Outro aspecto observado comumente nas bacias maranhenses é o processo crescente de poluição dos recursos hídricos, causada principalmente pelos esgotos domésticos, industriais, matadouros, lixo, fertilizantes químicos e agrotóxicos.

Apesar do Maranhão apresentar rios perenes, diferentes dos demais estados nordestinos, os mesmos vêm sofrendo sérios problemas ambientais em decorrência da ação antrópica ao longo dos seus cursos. Um exemplo é o crescimento de cidades, situadas ao longo dos rios (ARANHA; DRUMOND; SILVA, 1992). Por esta razão, deve-se prover as necessidades da geração atual sem comprometer as futuras, que é o tão sonhado desenvolvimento sustentável (SALATI; LEMOS, 2002).

Em virtude do crescimento da cidade e do lançamento “in natura” de objetos sólidos e líquidos, o rio Mearim vem sofrendo de forma bastante significativa um processo de degradação ambiental nos últimos anos, caracterizado pelo aumento das atividades dos aglomerados urbanos, localizados em sua área de drenagem, processos de erosão, assoreamento e redução da cobertura vegetal. O presente estudo teve como principal objetivo a caracterização de aspectos qualitativos e quantitativos referentes à Bacia do rio Mearim, no trecho do rio que percorre a área urbana da cidade de Arari-MA.. Nesse sentido, procurou-se caracterizar a área por meio da abordagem dos aspectos físicos e humanos, bem como diferentes modalidades das ações antrópicas e a situação atual dos seus recursos naturais, no intuito de subsidiar programas futuros de manejo e conservação da área em estudo.

Pretende-se com este trabalho oferecer uma contribuição efetiva para a questão dos recursos hídricos no Estado do Maranhão, além de sensibilizar a população do município de Arari-MA e de outros municípios da bacia para a importância de se ter água de qualidade e em quantidade suficiente para atender a demanda de usos múltiplos visando a sustentabilidade. Convém assinalar, ainda, a existência de poucos trabalhos relacionados à problemática em questão. Portanto, considera-se que os levantamentos de dados relativos aos aspectos mencionados contribuirão para a formação de um banco de dados que poderá ser utilizado posteriormente ou complementado por outras pesquisas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A água e o desenvolvimento sustentável**

O conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido inicialmente no Relatório Brundtland, publicado em 1987, o qual alertava para a necessidade dos países unirem-se na busca de alternativas, a fim de se evitar a degradação ambiental e social do meio no qual o homem está inserido (REBOUÇAS, 1997).

Este conceito prevê que os recursos naturais renováveis sejam utilizados de forma tal que não limitem sua disponibilidade para as gerações futuras. No entanto, um dos maiores desafios a enfrentar no futuro, para se alcançar de fato o desenvolvimento sustentável, será minimizar os efeitos da escassez de água em algumas áreas do globo (COSTA, 1995). Para tanto, serão necessárias ferramentas como as chamadas gestões de suprimentos e gestão de demanda, que segundo Salati e Lemos (2002), consistem em “[...] ações destinadas a identificar, desenvolver e explorar de forma eficientes novas fontes de água, enquanto que a gestão de demanda inclui os mecanismos e incentivos que promovem a conservação da água e a eficiência de seu uso.”

Em outras palavras, a gestão de suprimentos trata de políticas e ações relativas à quantidade e qualidade da água, desde sua captação até o sistema de distribuição, e a gestão de demanda remete ao uso eficiente e/ou redução do desperdício da água pelos seus usuários (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2002).

Observa-se nas últimas décadas, a percepção do valor econômico que a água tem alcançado, e felizmente, o Brasil apresenta condições extremamente satisfatórias de desenvolvimento da biodiversidade em função da abundância de água doce em território nacional (FREITAS, 1999). Porém, é importante que sejam

criadas alternativas de uso integrado e conservação das águas, para que no futuro a água não se torne também escassa em território nacional, fato este que já se evidencia em algumas áreas do sertão nordestino (BRITO; CÂMARA, 1998).

## **2.2 A legislação dos recursos hídricos**

A preocupação com o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil data do início do século passado, culminando com a promulgação do Código de Águas, em 10 de julho de 1934 (BRASIL. Agência Nacional de Águas, 2002). Este código estabeleceu um ordenamento jurídico para o uso das águas com normas claras no aproveitamento do potencial fluvial, nos cursos d'água e na geração de energia elétrica, necessário e indispensável às atividades industriais que se implantavam no país naquele período (BARTH, 2000).

No entanto, só com a aprovação da Lei 9433 de 8 de janeiro de 1997 (Anexo A), o Brasil passou a definir uma política de recursos hídricos. Essa Lei forneceu as diretrizes de organização do setor de planejamento e gestão dos recursos hídricos, em âmbito nacional, implementando mecanismos que possibilitem tornar esse recurso natural disponível em quantidade e qualidade a toda a população brasileira (POMPEU, 1997). É interessante observar, que a Lei 9433/97, conhecida também como Lei das Águas, adota princípios considerados modernos na gestão dos recursos hídricos, e que estão previstos na Declaração de Dublin e na Agenda 21, princípios estes que adotam as bacias hidrográficas como unidade física territorial e de planejamento, o uso prioritário dos recursos hídricos e para o consumo humano, além do reconhecimento da água como bem econômico. Nota-se que desde a promulgação da mencionada Lei, muito se tem avançado no país do ponto de vista legal, isto porque, novas leis, decretos e outros dispositivos foram

sancionados, tanto na esfera Federal, como na Estadual. É interessante destacar no âmbito Federal a Lei nº. 9.984/2000, que criou a Agência Nacional de Águas (ANA). Além disso, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) emitiu algumas resoluções visando estabelecer critérios para o funcionamento da política e do sistema vigente.

A respeito das Legislações Estaduais dos Recursos Hídricos, em todos os estados da região norte e nordeste, com exceção do estado do Tocantins, já se encontram regulamentadas as Leis de Recursos Hídricos. Entretanto, nos estados do Maranhão e do Piauí, falta ser implantado os órgãos deliberativos e normativos, chamados Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais (CERH), além dos Comitês de Bacias Hidrográficas que funcionam como órgãos destinados a atuar como parlamentos das águas, instância deliberativa e normativa no âmbito de uma bacia ou sub-bacia, além das Agências já existentes nos demais estados (BARTH, 2000).

O processo de regulamentação das Leis das Águas passa por diversas etapas que foram e/ou ainda estão sendo consolidadas. É importante ressaltar, que no referido processo de implementação dessas políticas, a realização de ações que possam incrementar o entendimento e a aceitação dos princípios e fundamentos básicos são decisórios. Um desses princípios consiste na descentralização do processo operacional, ou seja, é necessário que haja uma delegação de poderes arbitrários onde diversos atores sociais possam envolver-se. Ressalta-se também a justificativa dessa descentralização em detrimento das dimensões territoriais, diversidade cultural, econômico, social e ambiental do país (LIMA; TONELLI, 2000).

Uma outra estratégia também relacionada com a Lei das águas, embora não prevista claramente, é a que diz respeito à promoção da difusão e da educação da sociedade sobre a importância da gestão integrada e racional dos corpos d'água.

Esse processo de informação e de transmissão de conhecimentos envolve a participação efetiva da sociedade, de pessoas interessadas em serem multiplicadores de informação. É de extrema importância o conhecimento da sociedade do que significa uma gestão integrada de recursos hídricos e sua importância nos âmbitos sociais, econômicos e ambientais. Isso refletirá de forma positiva para o funcionamento de todo o sistema (BRASIL, 2000).

### **2.3 Bacias hidrográficas do Maranhão**

Uma bacia hidrográfica é constituída por um conjunto de redes de drenagem ou sistema de cursos da água conectados que convergem direta ou indiretamente para um leito principal, constituindo assim, uma unidade que pode ser utilizada para o planejamento integrado dos recursos naturais (MARANHÃO, 2000). As bacias hidrográficas maranhenses (Anexo B), caracterizam-se por apresentarem grandes importâncias hidrológicas, ecológicas, econômicas e sociais (BRASIL, 1993). De acordo com as informações obtidas junto ao Laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Estadual do Maranhão (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO, 2003), as bacias hidrográficas maranhenses ocupam uma área territorial de 325.650 km<sup>2</sup>, sendo que as bacias genuinamente maranhenses, ou seja, as bacias do Mearim, do Itapecuru, Pindaré e do Munim, ocupam 51,2 % sobre o total, isto é, 166.700 km<sup>2</sup> de área. Apresentando, dessa forma, um alto potencial de navegabilidade, embora seja pouco aproveitado, porque as hidrovias pertencentes a estas bacias encontram-se desvinculadas dos grandes mercados econômicos. Por serem predominantemente de planícies, os rios maranhenses possuem baixo potencial hidrelétrico, no entanto, o lazer passa a ser uma boa opção, favorecendo as cidades ribeirinhas no setor turístico (MACEDO, 2001).

Diferenciados dos demais rios nordestinos, os rios maranhenses apresentam características comuns, como por exemplo: domínio de rios perenes com razoável caudal durante todo o ano, facilitado pelo armazenamento d'água nos seus altos cursos; rios de drenagem para o Oceano Atlântico com os cursos obedecendo ao sentido direcional Sul-Norte, e ligeira inclinação para Leste, e influência significativa do relevo no traçado geral dos cursos dos rios (FEITOSA, 1983). Em função do relevo, estes rios são classificados em três classes diferenciadas: os rios dos campos baixos, com maior percentual de infiltração e com um escoamento relativamente lento face ao nivelamento da topografia dos terrenos que banham; os rios das chapadas inferiores, com um regime fluvial normal alimentado por fontes e com escoamento ativo, e os rios das terras altas, alimentados por pequenos regatos de sítios brejeiros e pequenos afloramentos do lençol freático (MACEDO, 2001).

Os rios maranhenses, oriundos dos altos chapadões do sul do estado, apresentam-se geralmente encachoeirados. Seus leitos são bastante encaixados quando cruzam os tabuleiros, antes de atingir a planície. O encaixamento facilita a navegação em extensas seções de seus cursos, apesar da variação no volume d'água no decorrer do ano hidrológico e os estuários destes rios quando atingem o litoral apresentam forma peculiar, indicando um processo de afogamento da costa. O escavamento dos leitos, nos baixos cursos e a posterior transgressão marinha, originou no Maranhão um litoral peculiar de rias<sup>1</sup> (MARANHÃO, 2000).

Quanto aos aspectos fluviais, os rios maranhenses estão sujeitos a três tipos de regimes principais. A Oeste está sob a influência do regime tropical quente e úmido, apresentando comportamento semelhante aos dos afluentes meridionais do

---

<sup>1</sup> Esteiro ou braço de rio próprio para a navegação; embocadura ou foz (GUERRA, 2001).

rio Amazonas. Cita-se aqui a Bacia do Turiaçu que banha uma área de aproximadamente 13.400 Km<sup>2</sup> (MARANHÃO, 2000). Já nos rios que têm suas nascentes nos chapadões meridionais o regime está ligado às chuvas do tipo tropical semi-úmido, com máximo ocorrendo no verão. A Leste tem-se uma área de transição entre os rios de regime equatorial e os do nordeste. Nesta região, as águas dos rios chegam a baixar aos níveis mínimos no período de junho a outubro (MARANHÃO, 2000).

Apesar da grande disponibilidade hídrica no estado, têm-se observado nos últimos anos problemas ambientais nos corpos d'água das suas principais bacias. Estes problemas são oriundos da ocupação antrópica, na maioria das vezes provocados pelo uso e manejo inadequados dos solos, principalmente em decorrência da ausência de práticas agroecológicas, que comprometem os corpos d'água. Em 1998, observou-se uma taxa média de 1.012 km<sup>2</sup> de desflorestamento bruto causando impactos significativos nas bacias do Estado do Maranhão (BRASIL, 2002). O avanço de programas agropastoris, extração de pedra, argila e areia, além da dispersão de resíduos domésticos, pesca predatória e o assoreamento têm comprometido a navegação em alguns trechos das bacias maranhenses.

### 2.3.1 Bacia do rio Mearim

A bacia hidrográfica do rio Mearim (Anexo C) ocupa uma considerável área da região centro-norte do Estado do Maranhão, compreendendo uma área de 56.200 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a 17,3 % das terras do Maranhão, constituindo-se na maior bacia fluvial inteiramente maranhense (MARANHÃO, 2000). Em sua área de drenagem desenvolveu-se uma parte importante da história do Maranhão, visto que, o rio proporcionou o estabelecimento de uma importante rota de penetração

para o interior do Estado, permitindo a expansão da produção agrícola. Esta bacia possui predomínio de climas de transição entre o equatorial e o tropical, sendo o rio Mearim, o rio que define a bacia. O rio Mearim nasce nas encostas setentrionais da Serra da Menina, em altitudes de 400 m próximo ao lugar denominado Morro Velho, no extremo Sul do Município de Grajaú, indo desaguar no Oceano Atlântico, pela baía de São Marcos, a Oeste da Ilha de São Luís no lugar denominado Tejucupana, 24 Km após a confluência com o rio Pindaré (FEITOSA, 1983).

Por ser relativamente extenso, o rio Mearim foi dividido em três principais trechos: alto, médio e baixo Mearim, critérios estes adotados pelo Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (1995). O trecho do alto Mearim, situado entre as cabeceiras e o a barra do rio das Flores, possui extensão de aproximadamente 400 km com desnível total de até 400 m, apresentando elevado número de corredeiras devido a declividade média de 1,0 m/km. A largura desse trecho é de aproximadamente 40 m, e se reduz à medida que se sobe o rio, obstruindo o leito, em muitos casos. Apresenta sinuosidade e profundidade de 1,50 a 2,00 m; o trecho do médio Mearim, localizado entre a barra do rio das Flores e o Seco das Almas, com extensão de aproximadamente 180 km, apresenta declividade média de 11 cm/km com desnível total de cerca de 20 m e largura entre 50 e 100 m. A navegação nesse trecho é dificultada pelo acúmulo de depósitos aluviais que reduz a profundidade. O trecho do baixo Mearim, situado entre o Seco das Almas e a foz na baía de São Marcos, compreende um percurso de 170 km com desnível total de 12 m. Apresenta, neste trecho, características de um rio de baixada com grandes meandros; o curso d'água é constante indo desaguar na Baía de São Marcos (BRASIL. Ministério dos Transportes, 2003).

O rio Mearim é detentor de um fenômeno natural, a “pororoca”, que acontece próximo a sua foz com relativa intensidade, e que já foi tema de várias reportagens regionais, nacionais e até internacionais. Este fenômeno é observado no rio Mearim em detrimento da sua foz apresentar semelhança de bocal de trombeta, além de existir a presença de baixios, ou seja, bancos de areia em seu curso (FEITOSA, 1983). Na maré de sizia<sup>2</sup>, os baixios<sup>3</sup> da foz dificultam o avanço da maré no início da enchente até o momento em que ela consegue transpor os obstáculos e invade o rio formando onda gigante a rolar sobre os baixios rio acima, aumentando de volume a medida que o afunilamento da foz lhe oferece menor espaço. Assim se formam as pororocas (LIMA; TOURINHO, 1995). O rio Mearim é também denominado de *Izu* pelos índios guajajaras, cujo significado é “rio de águas pardacentas” por arrastar considerável quantidade de material em suspensão. Os principais afluentes do rio Mearim são: pela margem direita rio Corda e Flores; pela margem esquerda Pindaré e Grajaú (MACEDO, 2001).

No que diz respeito aos aspectos hidrológicos, o controle de toda a rede de drenagem da bacia do rio Mearim é feita através dos postos pluviométricos de Grajaú, Barra do Corda, Tuntum, Presidente Dutra, Esperantinópolis, Pedreiras e Bacabal. Estes postos pluviométricos distribuem-se de montante para jusante na bacia do rio Mearim (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO, 2003).

As variações fluviais sazonais na bacia do rio Mearim apresentam-se em ritmo mais ou menos constante, ocorrendo geralmente às cheias e estiagem sempre nos mesmos períodos, mesmo havendo em um ou outro ano, atraso ou antecipação de um dos períodos. Estando a área, objeto de estudo, localizada no baixo curso do rio Mearim, a mesma recebe toda a contribuição de montante que vai

---

<sup>2</sup> Resultante da influência do alinhamento da lua com o sol (GUERRA, 2001).

<sup>3</sup> Bancos de areia (GUERRA, 2001).

conseqüentemente interferir no regime de cheias e vazantes dos lagos e igarapés que permeiam a região. Citam-se aqui os igarapés do Nema, Ubatuba, Arari-Açu, Arari-Mirim, Piracal, Piraíba, Barreiros e outros (PIRES; PEREIRA, 1985).

### 2.3.2 O rio Mearim e o desenvolvimento da região: o caso da cidade de Arari-MA

A importância do rio Mearim para o desenvolvimento dos municípios inseridos na sua bacia configura-se desde o Período Colonial. O rio teve papel relevante no início do povoamento da área abrangida pela bacia, por se constituir a via mais acessível ao homem para penetrar no interior da região (PIRES; PEREIRA, 1985).

A formação do município de Arari-MA começou a ser delineada com frentes de ocupação, objetivando estender então o domínio luso sobre a região. Em 1723, é atribuída a portugueses e africanos o povoamento do espaço territorial, que hoje corresponde ao município. Naquele período o pequeno povoado contava com aproximadamente 34 habitações e era denominada de Vila do Mearim. Em 1836, o então povoado de Nossa Senhora da Graça do Arari é elevado à categoria de Curato. O que caracterizava uma povoação em curato era a presença de um padre com título de cura na localidade. Dois anos depois, é elevada a categoria de Vila, pela Lei provincial nº 465. Em 1864, Arari foi elevada à categoria de município, continuando sua sede com o título de Vila, porém passando a ter autonomia política e administrativa. Em 29 de março de 1938, por força do decreto lei n.º 45, adquiriu foros de cidade (PIRES; PEREIRA, 1985).

Durante todo este período, o rio Mearim serviu como via de circulação para barcos que abasteciam as comunidades ribeirinhas ao longo de suas margens, facilitando o escoamento de mercadorias e de suas populações, funcionando muitas

vezes como única e exclusiva via de acesso entre a capital e o município. Entretanto, com a pavimentação da BR 222 e a construção da Estrada de Ferro Carajás, o número de barcos que trafegavam em sua bacia diminuiu sensivelmente aos níveis atuais. Hoje, o que se observa na cidade de Arari-MA são embarcações do tipo lanchas de pequeno calado, canoas e pequenos barcos à vela. A economia do município de Arari-MA ainda está estreitamente relacionada com as atividades desenvolvidas ao longo da bacia, tanto no perímetro urbano quanto na zona rural do município (IBGE, 1995). São observadas pequenas culturas de subsistência como o arroz, milho e melancia, além da pesca praticada naquela região, ainda de forma intensa. O uso extrativista do rio Mearim pelos moradores do município deve ser observado com cautela, pois a falta de programas de práticas agroecológicas e educação ambiental dos recursos naturais pressupõem comprometer seu descontrolado sustentável (BRANDENBURG, 1999).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende um trecho do baixo curso do rio Mearim, situado na cidade de Arari-MA. Área pertencente à Amazônia Legal situa-se na planície sedimentar da Bacia do Mearim, com uma área de 1.385,50 Km<sup>2</sup>, está integrada a micro região da baixada maranhense, com posição delimitada pelo paralelo 3° 27' 00" de latitude sul e 44° 46' 48" de longitude oeste. O município de Arari-MA (Figura 1) está limitado ao Norte com os municípios de Viana e Anajatuba; ao Sul com o município de São Mateus; ao Leste com os municípios de Cantanhede e Miranda do Norte e a Oeste com o município de Vitória do Mearim (IBGE, 2002).

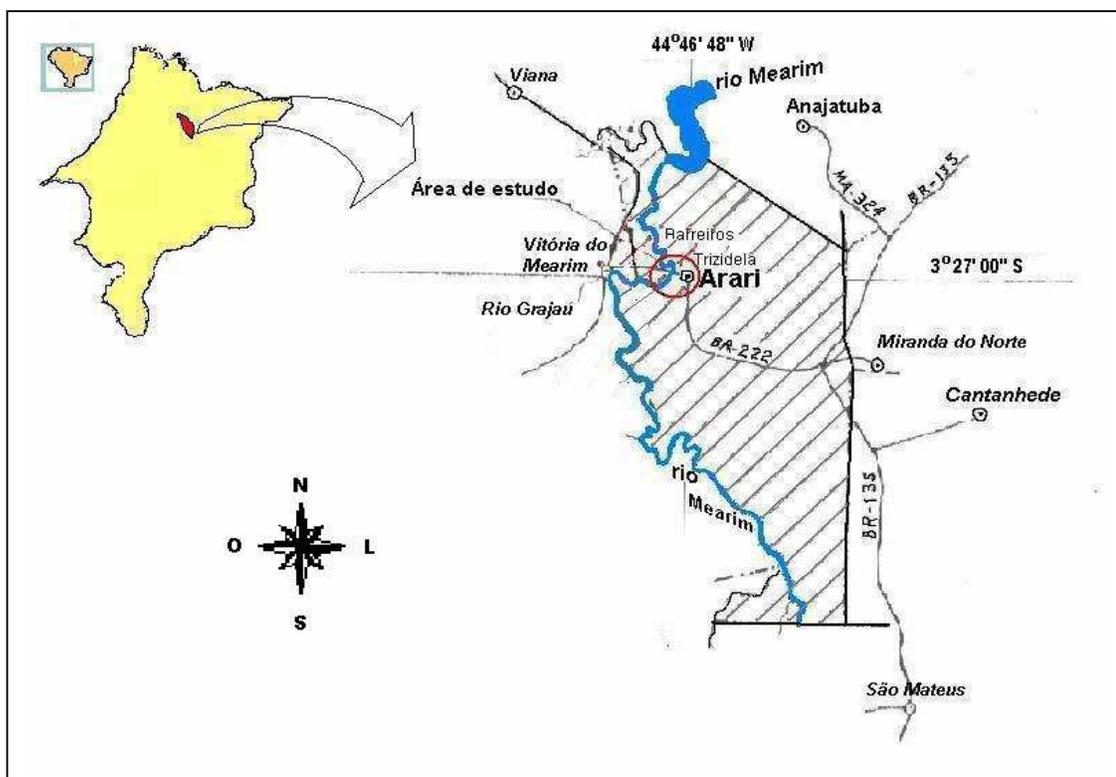


Figura 1. Mapa de localização do município de Arari-MA

O clima dominante na região, onde está inserido o referido município, é do tipo AW, de acordo com a classificação climática de KOPPEN (1948). Clima tropical que apresenta uma temperatura média do ar sempre superior a 18 °C e um regime pluviométrico que define duas estações, uma chuvosa e outra seca, caracterizada, esta última, por uma precipitação mensal inferior a 60 mm nos meses de menor precipitação. A temperatura média local gira em torno de 26 °C, oscilando as médias máximas entre 29,5 °C - 34 °C e mínimas entre 21 °C - 23,5 °C, respectivamente. Em Arari-MA, tem-se de modo geral, um período seco de 6 a 7 meses, dos quais, 3 a 4 meses são considerados muito secos, com menos de 8 % da chuva total. No período chuvoso, de 5 a 6 meses, pelo menos 2 meses podem ser considerados muito chuvosos, com mais de 30 % do total da precipitação pluviométrica (MOURA, 1991).

Com relação à vegetação, são observados em Arari-MA nitidamente diferentes tipos. Isto acontece, principalmente, em decorrência de variações da influência do mar, da textura e nível do solo e de diferenças no regime de inundação. São percebidas no município algumas manchas de manguezal, onde prevalece a influência da água salgada, que por aparecerem poucos exemplares sua composição botânica é pouco variada, onde são notados mangues vermelhos (*Rhizophora mangle*), siruiba (*Avicennia nitida*) e o mangue branco (*Laguncularia racemosa*) (LIMA; TOURINHO, 1995). A vegetação, característica dos campos naturais encontrados no município, é composta por várias espécies, tais como, o capim marreca, capim mimoso, capim açu, dentre outros, que são conseqüências das inundações periódicas do rio Mearim e seus afluentes (SAUSEN, 1990). Nas áreas mais elevadas do município, condiciona uma composição botânica mais variada, com o aparecimento de espécies que se destacam pelo seu valor

econômico e comercial, cita-se aqui o Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), o Jenipapo (*Genipa americana* L.) e o Babaçu (*Orbignya* spp) (SILVA, 1977).

Com relação à geologia, na área de estudo encontram-se sedimentos terciários e quaternários como capa superficial, sendo os primeiros representados pela formação Itapecuru e o segundo por depósitos flúvios marinhos constituídos de áreas de silte, argila e vasa (EMBRAPA, 1999). A formação Itapecuru é composta por arenitos avermelhados médios e grosseiros, muito argilosos, pintalgados de caulim e com intercalações de argilito e siltito argiloso (MOURA, 1991). A forma de relevo característico desta formação é a de uma superfície arrasada, plana, e suavemente ondulada, com pequenas elevações ao Leste. A maior altitude está na divisa com Cantanhede localizado no acidente geográfico conhecido como Morro Grande, com aproximadamente 80 metros de altura (IBGE, 1995).

### **3.2 Metodologia**

Utilizou-se durante o desenvolvimento deste trabalho as seguintes ferramentas cartográficas para a obtenção dos dados descritos a seguir: Carta do município de Arari-MA na escala de 1:100.000, publicado pelo IBGE ano de 1991; Carta imagem radar do rio Mearim no município de Arari-MA, publicado pela EMBRAPA, ano de 2002 (ANEXO D); foto de satélite do rio Mearim (ANEXO E) publicado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); GPS (receptor de sinal de satélite) modelo GPS-45 Garmin, utilizado para demarcar com precisão os pontos de coletas de água e mesa digitalizadora Digital Van Gogh para entrada de dados para localização geográfica da área em estudo.

Para a obtenção dos resultados descritos neste trabalho foram utilizados os seguintes materiais ou equipamentos: peagâmetro digital para medida de pH e

salinidade das amostras de água; procedimentos analíticos, envolvendo métodos titulométricos para determinação do teor de cálcio, magnésio, dureza total e cloreto durante o período seco e chuvoso; espectrofotômetro uv-vis, para medida da coloração e turbidez das amostras; condutivímetro para medida da condutividade elétrica das amostras, e finalmente, termômetro digital para determinação da temperatura das amostras nos períodos analisados.

### 3.2.1 Parte experimental

Para o procedimento da coleta dos dados ambientais foram considerados fatores tais como: a facilidade de acesso; o tipo de vegetação ciliar encontrada nas margens do rio e a sinuosidade do curso do rio Mearim em Arari-MA. Dessa forma, a coleta do material analisado consistiu em cinco pontos escolhidos estrategicamente ao longo do curso do rio, localizados respectivamente à montante e à jusante do ponto central da área urbana do município (Tabela 1).

A localização geográfica dos pontos de coletas foi efetuada através de um equipamento eletrônico para posicionamento global que utiliza sinal de satélite chamado Global Position System (GPS). Os pontos 01 e 02 chamados pontos a montantes estão situados, em distância latitudinal a 1,7 km e 0,9 km do ponto central 03. E os pontos 04 e 05 chamados pontos a jusantes, estão situados, em distância latitudinal, a 1,77 km e 1,13 km do ponto central 03, que foi considerado o marco zero ou ponto de referência para os demais (Tabela 2 e Figura 2).

Tabela 1- Características e coordenadas geográficas dos pontos de coletas

<b>Pontos</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Característica</b>
01	3° 25' 53,04" S	44° 46' 58,28" W	Porto da Nema, área caracterizada pela retirada da vegetação nativa de suas margens. Atualmente nesse local observa-se o cultivo da cana de açúcar e aninga, além de algumas árvores frutíferas.
02	3° 26' 18,96" S	44° 46' 18,96" W	Ponte Thalles Ribeiro Gonçalves. Perímetro urbano da cidade. A vegetação apresenta um certo grau de degradação
03	3° 26' 46,68" S	44° 47' 29,14" W	Local apresentando mata ciliar em bom estado de conservação.
04	3° 27' 46,44" S	44° 47' 39,48" W	Vegetação semelhante aos pontos a montante.
05	3° 27' 25,56" S	44° 48' 10,08" W	Caracterizada por intenso assoreamento.

Tabela 2 - Distância latitudinal entre os pontos de coletas

<b>Pontos a montante</b>		<b>Central</b>	<b>Pontos a jusante</b>	
Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05
1,7 km	0,9 km	Referência	1,77 km	1,13 km

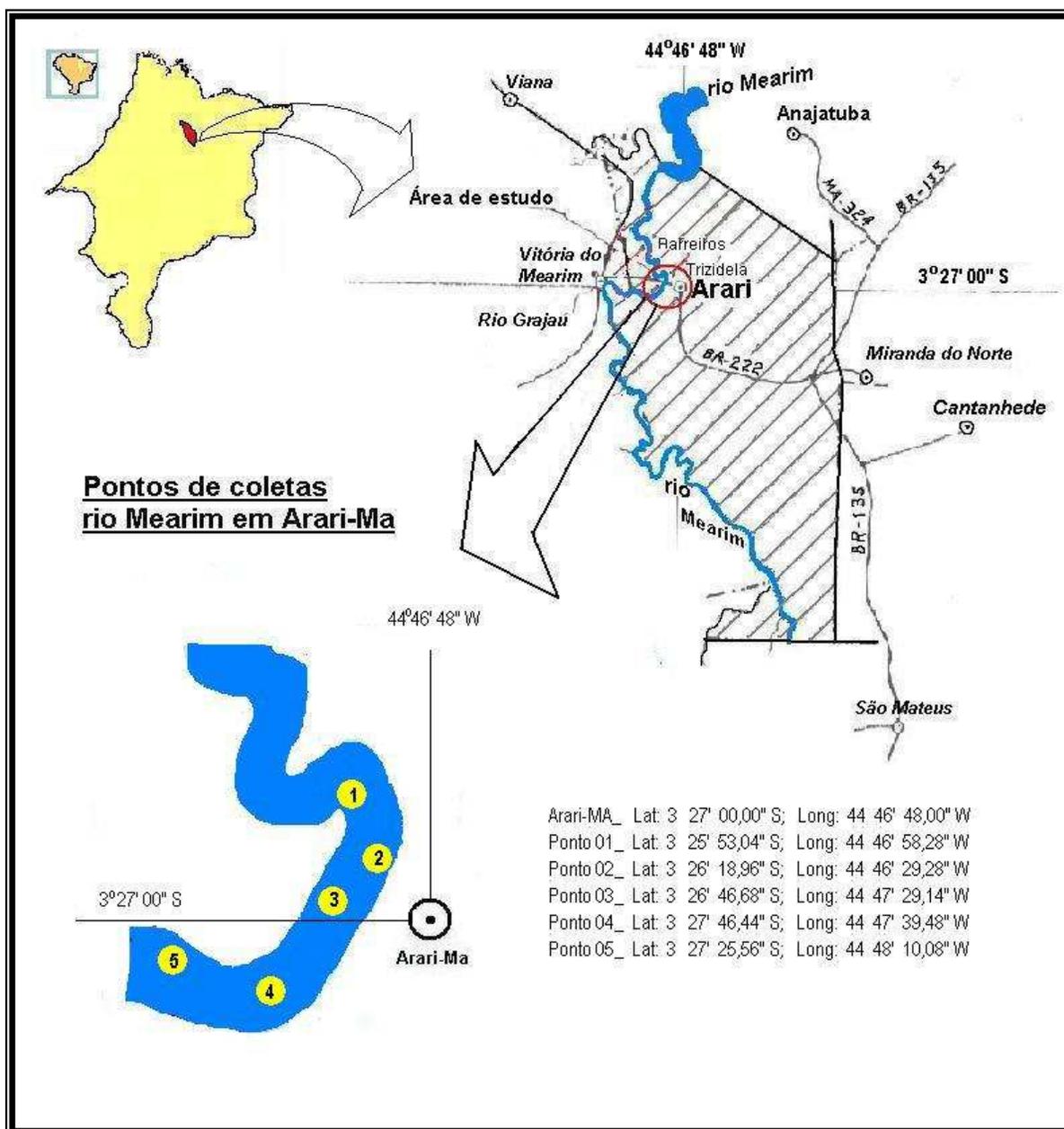


Figura 2 - Situação geográfica dos pontos de coletas nas águas do rio Mearim na zona urbana do município de Arari-MA

### 3.2.2 Procedimento analítico

As coletas de amostras de água para análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram efetuadas no dia 8 de dezembro de 2002 e no dia 19 de março de 2003.

Para análise dos parâmetros físico-químicos foram coletadas três amostras em cada ponto (P1 e P5), o que correspondeu a um total de seis amostras por período, perfazendo um total de doze amostras entre as duas estações (seco e chuvoso), sendo cada uma das amostras colocada em diferentes recipientes. Efetuou-se este procedimento com a finalidade de se extrair o valor médio dos parâmetros analisados e estabelecer um desvio padrão para os mesmos. Assim, considerando-se a sazonalidade dos cinco pontos escolhidos estrategicamente, as primeiras amostragens foram realizadas no período de menor índice pluviométrico, ou seja, período de estiagem, e as últimas ocorreram no mês de março, que corresponde ao período de maior índice pluviométrico na região, ou seja, período chuvoso.

Com relação aos parâmetros microbiológicos, o presente estudo através de amostragem sistemática avaliou a qualidade sanitária da água do rio Mearim na cidade de Arari-MA, sendo assim descritos: analisaram-se dez amostras de água, coletados em cinco pontos distintos, no período compreendido entre dezembro de 2002 e março de 2003. Após as coletas da água, determinou-se o número mais provável (NMP) por 100 mL de Coliformes Totais (CT), Coliformes Fecais (CF) e *Escherichia coli* (*E coli*) empregando-se a Técnica de Tubos Múltiplos, adotado no laboratório.

As amostras foram coletadas no centro do rio, no corte transversal, a aproximadamente 50 cm da superfície da água entre 12h 30min e 15h 30min,

utilizando-se materiais fornecidos pelo Laboratório de Físico-Químico e de Microbiologia pertencente ao Departamento de Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), como: garrafas plásticas do tipo Pet (polietileno) de dois litros para a análise físico-química, sendo as mesmas previamente lavadas e esterilizadas.

Para análise dos parâmetros microbiológicos, foram utilizados frascos coletores do tipo Van Dorn, sendo os mesmos também previamente esterilizados. Após as coletas, as amostras foram transportadas até o local onde foram realizadas as análises de acordo com metodologia adotada pelo laboratório.

As variáveis químicas, físico-químicas e microbiológicas foram determinadas por meio de metodologias segundo CONAMA (BRASIL, 2003b), e são assim descritas:

- a) Potencial Hidrogeniônico (pH): as medidas de pH foram feitas com um aparelho de marca Quimis Q-400A. Colocou-se 150 mL da amostra em um béquer e com o auxílio de um peagâmetro mediu-se o pH da amostra;
- b) Alcalinidade: transferiu-se uma alíquota de 100 mL da amostra para um erlenmeyer de 250 mL, em seguida juntaram-se 2 gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se com solução  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,004 N. Então juntaram-se no mesmo erlenmeyer, 2 gotas do indicador metil orange e titulou-se até coloração rósea;
- c) Cálcio: numa alíquota de 50 mL, juntaram-se 2 mL de KOH a 10 % (para tornar o pH alcalino), uma pequena quantidade do indicador murexida e titulou-se com solução EDTA  $\text{Na}_2$  0,02 N. O ponto final de titulação dá-se quando passar da cor rosa vivo para roxo claro utilizando-se murexida como indicador;

- d) Magnésio: em uma alíquota de 50 mL, adicionaram-se 3 mL de solução tampão, 6 a 7 gotas do indicador eriocromo black, e titulou-se com solução de EDTA Na<sub>2</sub> 0,02 N, até a virada de vermelho vinho para azul límpido. Nesta operação determinaram-se cálcio e magnésio conjuntamente, e por diferença tem-se o magnésio;
- e) Cloretos: transferiu-se uma alíquota de 50 mL da amostra para um erlenmeyer de 250 mL, juntou-se 1 mL do indicador cromato de potássio e então titulou-se com solução padrão de AgNO<sub>3</sub>, até ligeira coloração vermelha;
- f) Condutividade: Colocaram-se 20 mL da amostra em um béquer e com o auxílio de um condutímetro fez-se a leitura do instrumento;
- g) Turbidez: Colocou-se 20 mL da amostra em um béquer e com o auxílio de um espectofotômetro fez-se a leitura do instrumento determinando a turbidez da amostra;
- h) Temperatura: obtida pelo método eletrométrico através de termômetro digital;
- i) Análise bacteriológica: foi determinado pela enumeração do número mais provável (NMP) de bactérias do grupo coliformes, pela técnica dos tubos múltiplos. Esta técnica consiste na inoculação de volumes decrescentes da amostra, em meio de cultura adequada ao crescimento dos microorganismos pesquisados, sendo cada volume inoculado em uma série de três tubos.

### 3.2.3 Aplicação de questionários

A aplicação de questionários ocorreu nos dias 18 e 19 de março de 2003, os mesmos foram elaborados segundo o modelo proposto pelo IBGE (2002). Nesta etapa da pesquisa foram realizadas entrevistas “in loco”, sendo então selecionadas aleatoriamente 100 pessoas. O método utilizado para escolha dos sujeitos da pesquisa levou em consideração a disponibilidade dos mesmos, selecionados por estarem no local no momento em que a pesquisa estava sendo realizada, não sendo escolhidos por conveniência do pesquisador (amostra não probabilística acidental) (MATTAR, 1997). Os questionários foram construídos de tal modo que possibilitassem coletar informações como o nível de bem estar social e a percepção ambiental dos moradores em relação ao objeto de estudo, no caso o rio Mearim (Apêndices A e B). De posse dessas informações, foi possível organizar os dados coletados com a elaboração de tabelas e gráficos, tendo como recurso o programa da Microsoft Excel 2000. Dessa forma, descreveu-se o perfil sócio-ambiental dos moradores da cidade de Arari-MA.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Estudo químico da água do rio Mearim na cidade de Arari-MA

Considerando os dados dos índices pluviométricos do Gráfico 1, pode-se observar que os períodos das coletas de água nos meses de dezembro de 2002 e março de 2003 correspondem respectivamente, aos períodos de estiagem e chuvoso. Isto reflete, conforme resultados do gráfico, que durante o mês de março de 2003 houve maior quantidade de chuvas na região, correspondendo a 345,9 mm, enquanto que no mês de dezembro de 2002, a precipitação foi de apenas 68,4 mm.

Os dados do Gráfico 1 foram coletados através da estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA), localizada na cidade Vitória do Mearim a 10 Km da cidade de Arari-MA. É importante ressaltar que a referida área em estudo está inserida dentro do raio de observação que especifica um limite de 30 Km.

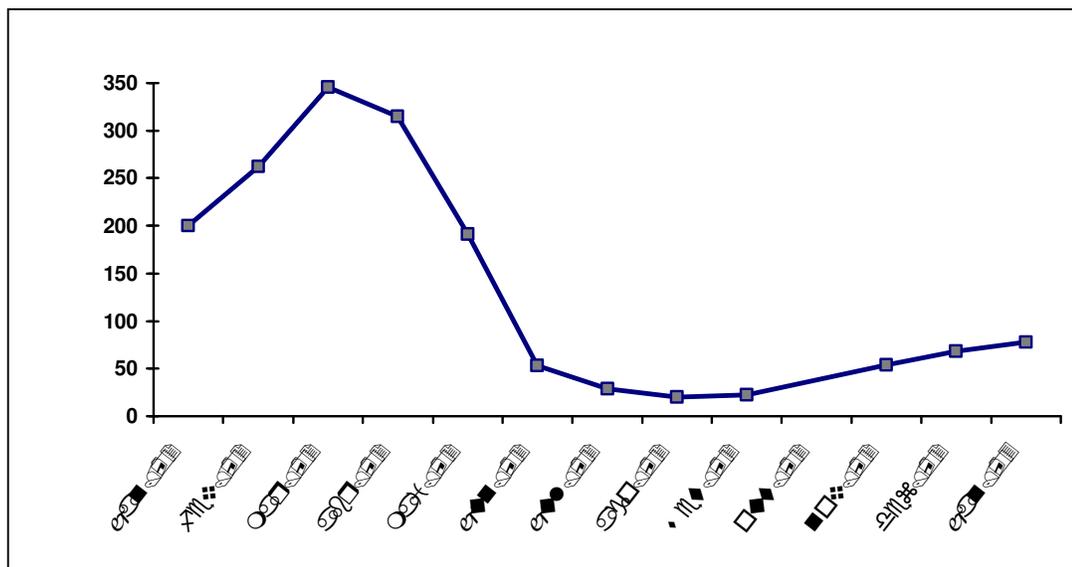


Gráfico 1 - Precipitação mensal na cidade de Arari-MA

Como a composição da água de um ecossistema fluvial é modificada por fatores como: aporte de águas pluviais, proliferação de vegetais, alteração dos parâmetros climáticos e a interferência antrópica, Barros et al., (1995), apresentam na Tabela 3 os efeitos geradores dos principais poluentes presentes nas águas residuárias relacionando-os com os problemas ambientais que comumente são encontrados na calha fluvial do rio Mearim no perímetro urbano da cidade de Arari-MA, destacando-se os efluentes domésticos como os maiores agentes poluidores da dinâmica fluvial.

Tabela 3 - Principais poluentes das áreas residuárias

<b>POLUENTES</b>	<b>PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO</b>	<b>TIPOS DE EFLUENTES</b>	<b>CONSEQUÊNCIAS</b>
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Doméstico Industriais	Problemas estéticos Depósitos de lodo Adsorção de poluentes Proteção de patogênicos
Sólidos flutuantes	Óleos e graxas	Doméstico Industriais	Problemas estéticos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Doméstico Industriais	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
Patogênicos	Coliformes	Doméstico	Doenças de veiculações hídrica
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	Doméstico Industriais	Crescimento excessivo de algas Toxicidade de peixes Doenças em recém-nascidos (nitratos)
Compostos não biodegradáveis	Pesticidas Detergentes Outros	Industriais	Toxicidade / Espumas Redução de transferência de oxigênio Não biodegradabilidade / Maus odores
Metais pesados	Elementos específicos (Ex. arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, zinco etc.)	Industriais	Toxicidade Inibição do tratamento biológico dos esgotos Problema de disposição do lodo na agricultura Contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais Condutividade	Reutilizados	Salinidade excessiva – prejuízo às plantações (irrigação) Toxicidade a planta (íons) Problema de permeabilidade do solo (sódio)

Fonte: Barros et al. (1995)

Cabe ressaltar que o rio Mearim tem suas águas utilizadas para lazer, navegação, pesca e agricultura de subsistência, constituindo-se dessa forma como principal fonte de abastecimento. Mas, infelizmente, recebe continuamente contribuições de resíduos poluidores de estabelecimentos que ficam próximos às suas margens acarretando desta forma sérios problemas ambientais como os que resultam de atividades de origem hospitalar, doméstica, comercial e agrícola (FEITOSA; ALMEIDA, 2002). Esses resíduos acabam interferindo negativamente no ecossistema aquático, contribuindo para a perda da qualidade da água e significativa redução da biodiversidade (BARROS et al., 1995).

A Tabela 4 e o Gráfico 2 descrevem os resultados obtidos por meio da média aritmética  $\pm$  DP (desvio-padrão) das análises físico-químicas encontrados em dois pontos (P1 e P5), coletados durante a estação seca e chuvosa. Cabe lembrar que em cada ponto foram coletadas três amostras (replicatas), sendo um total de 11 parâmetros analisados por amostra. As amostras físico-químicas foram coletadas somente nos pontos extremos P1 e P5, devido a ausência de fontes potencialmente poluidoras como indústrias, fábricas e curtumes que causassem grandes variações nas características físico-químicas destas águas. Assim, os pontos P1 e P5 foram escolhidos por serem contrastantes, um bem a montante e outro bem a jusante, respectivamente. Os resultados podem ser observados na Tabela 4, comparados com os valores máximos estabelecidos pela resolução CONAMA Nº 20/1986 encontrados na Tabela 5 e no Gráfico 2.

Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos analisados nas águas do rio Mearim na cidade de Arari-MA

Parâmetros Físico-químicos	Período Seco		Período Chuvoso	
	Ponto P1	Ponto P5	Ponto P1	Ponto P5
pH	6,74 ± 0,08	6,75 ± 0,08	6,50 ± 0,01	6,52 ± 0,01
Cálcio	35,0 ± 5,0 mg/L	34,0 ± 5,0 mg/L	29,0 ± 2,0 mg/L	29,0 ± 1,0 mg/L
Magnésio	39,0 ± 4,0 mg/L	37,0 ± 5,0 mg/L	33,0 ± 2,5 mg/L	31,0 ± 3,0 mg/L
Dureza total	74,0 ± 6,0 mg/L	71,0 ± 5,0 mg/L	62,0 ± 8,0 mg/L	60,0 ± 2,5 mg/L
Alcalinidade total	85,4 ± 5,0 mg/L	85,0 ± 5,5 mg/L	35,4 ± 2,0 mg/L	33,0 ± 2,0 mg/L
Cloretos	37,0 ± 2,0 mg/L	36,0 ± 2,1 mg/L	33,5 ± 1,5 mg/L	32,0 ± 1,7 mg/L
Condutividade	1,4 x 10 <sup>-4</sup> ± 0,08 mhos/cm	1,4 x 10 <sup>-4</sup> ± 0,09 mhos/cm	1,2 x 10 <sup>-4</sup> ± 0,08 mhos/cm	1,1 x 10 <sup>-4</sup> ± 0,09 mhos/cm
Cor	250,0 ± 20 U.C.	260,0 ± 25 U.C.	210,0 ± 15 U.C.	220,0 ± 20 U.C.
Odor	Objetável	Objetável	Objetável	Objetável
Aspecto	Objetável	Objetável	Objetável	Objetável
Turbidez	120,0 ± 20 U.N.T.	130,0 ± 20 U.N.T.	150,0 ± 30 U.N.T.	170,0 ± 50 U.N.T.
Temperatura	27 °C ± 1,0	27 °C ± 1,0	29 ± 1,0 °C	28 ± 1,0 °C

Notas: U.N.T – Unidade de Turbidez  
 mhos/cm – unidade de condutividade  
 U.C – unidade de cor

Tabela 5 - Resumos dos limites estabelecidos pela CONAMA

PARÂMETRO	VALOR MÁXIMO PERMITIDO	
	Resolução nº 20/1986	Resolução nº 274/2000.
pH	6,0 – 9,0	-
Cálcio	* (mg/L)	-
Magnésio	* (mg/L)	-
Dureza total	* (mg/L)	-
Alcalinidade total	* (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	-
Cloretos	250,0 mg/L	-
Condutividade	* (µS/cm a 20 °C)	-
Cor	75 mg Pt/Co	-
Odor	*	-
Aspecto	*	-
Turbidez	40 UNT ≤ turbidez ≤ 100 UNT	-
Temperatura	40 °C	-
Coliformes fecais	-	1000 (NMP/100mL)
Coliformes totais	-	5000 (NMP/100mL)

Fonte: BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (2003)

\* Valores máximos não especificados pela Resolução CONAMA Nº 20/1986

NMP – número mais provável

µS/cm – unidade de condutividade

mg Pt/Co – unidade de cor também conhecida como unidade de Hazen (uH)

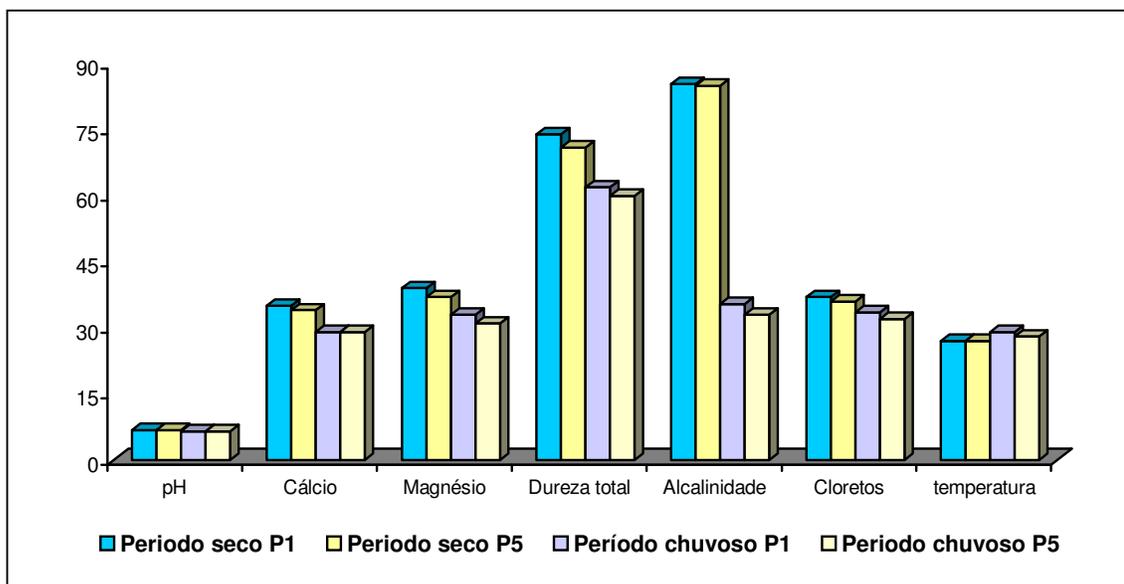


Gráfico 2 - Análise comparativa dos parâmetros físico-químicos das águas do rio Mearim na cidade de Arari-MA

Referindo-se ao pH, é interessante destacar que é uma das variáveis físico-químicas mais importantes na avaliação da qualidade da água. Para a maioria dos corpos de águas naturais o valor do pH é influenciado pela concentração de íons  $H^+$ , originados da dissociação do ácido carbônico, um dos responsáveis pela sua acidez (ROSA, 1983). O resultado do pH da água superficial do rio Mearim qualifica o ambiente como normal, pois no período da estiagem foram encontrados os valores médios de 6,74 e 6,75 para os pontos P1 e P5, respectivamente, e no período chuvoso foram encontrados nos mesmos pontos os valores médios de 6,50 e 6,52, respectivamente. Resultados estes que indicam normalidades quando se comparam com os valores recomendados pela Resolução CONAMA N.º 20/86 artigo 4, (Tabela 5) que estabelece valores de pH entre 6,5 e 8,5 para águas destinadas ao consumo humano, e entre 6,0 e 9,5 para toda as classes de água doce.

O cálcio é o principal elemento responsável pela dureza da água, ocorrendo principalmente na forma de bicarbonato, gerado em função da quantidade

de gás carbônico dissolvido. A análise físico-química para determinação do teor de cálcio no período seco foi de 35,0 mg/L no ponto P1 e 34,0 mg/L no ponto P5, enquanto que no período chuvoso foi encontrado o mesmo valor médio de 29,0 mg/L para os pontos P1 e P5 (Tabela 4). A legislação em vigor não prevê limites máximos permitidos na água para tal elemento, entretanto, a maior preocupação quanto à presença deste nutriente está ligada principalmente ao lançamento de efluentes domésticos e ao abatedouro de animais, além da decomposição da vegetação das margens, fato este observado com certa intensidade na área em estudo.

O magnésio é um elemento cujo comportamento geoquímico é muito parecido com o do cálcio, e em linhas gerais, acompanha este elemento. Observando os resultados da Tabela 4, sobre o comportamento do magnésio, no período seco, verificaram-se os valores médios de 39,0 mg/L e 37,0 mg/L nos pontos P1 e P5, respectivamente. Já no período chuvoso os valores médios encontrados foram de 33,0 mg/L no ponto P1 e 31,0 mg/L no ponto P5. Assim como o cálcio, o magnésio não apresenta valores máximos de referência especificados pela legislação, portanto, não sendo possível estabelecer comparações. Como estes elementos são nutrientes vitais ao desenvolvimento dos seres vivos sua presença é satisfatória (TUCCI, 2002).

A determinação do parâmetro dureza total nas águas do rio Mearim na zona urbana de Arari-MA, no período seco foi de 74,0 mg/L e 71,0 mg/L para os pontos P1 e P5, respectivamente. No período chuvoso esses mesmos pontos apresentaram os valores 62,0 mg/L e 60,0 mg/L, respectivamente (Tabela 4). É interessante ressaltar que a dureza total é basicamente a soma dos teores de cálcio e magnésio dos referidos pontos.

Com relação à alcalinidade, tem-se através desta a medida total das substâncias presentes na água e que atuam como tampão. É através da alcalinidade que serão determinados os carbonetos, bicarbonetos e os hidróxidos (CONTE, 2001). As análises físico-químicas para a determinação da alcalinidade em  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^-$  e  $\text{HCO}_3^-$  no rio Mearim no ponto P1 foram zero, zero e 85,4 mg/L no período seco, e zero, zero e 35,4 mg/L no período chuvoso, respectivamente. Sendo que no ponto P5 foram encontrados os valores médios de zero, zero e 85,0 mg/L no período seco, e zero, zero e 33,0 mg/L no período chuvoso, respectivamente.

Os valores de cloretos obtidos no período da estiagem foram de 37,0 mg/L e 36,0 mg/L nos pontos P1 e P5, respectivamente, e no período chuvoso, foram de 33,5 mg/L e 32,0 mg/L para os mesmos pontos, respectivamente. Segundo a Resolução Nº 20/1986 CONAMA (Tabela 5), esses valores apresentam-se dentro do valor máximo permitido, que é de 250 mg/L. Tal resultado é bastante significativo, pois este parâmetro é de alta relevância. Rios com valores de cloretos acima de 250mg/L são considerados preocupantes, pois o cloro é bactericida/germicida e por isso pode comprometer a Ictiofauna (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2002).

A condutividade de uma solução é a capacidade em conduzir corrente elétrica em função da concentração iônica, principalmente através de conteúdos de nutrientes como cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato e cloreto (CONTE, 2001). Sendo assim, a determinação da condutividade em amostras de água oferece informações importantes a respeito dos ecossistemas aquáticos. Os resultados obtidos no rio Mearim demonstram que no período chuvoso houve significativa diferença de carga de íons, em relação ao período de estiagem, fato este que pode ser confirmado ao observar os valores máximos de  $1,4 \times 10^{-4}$  mhos/cm para o mês de dezembro de 2002, e de  $1,2 \times 10^{-4}$  mhos/cm para o mês de

março de 2003. Indicando coerência, pois na estiagem há evaporação de água e com isto uma maior concentração de íons. A legislação em vigor não apresenta limites para a variável em questão, portanto não se pode estabelecer comparações.

No que se refere ao parâmetro cor, os valores máximos das amostras analisadas foram de 260,0 mg Pt/Co e 220,0 mg Pt/Co nos meses de dezembro/2002 e março/2003, correspondentes. Pôde-se observar uma coloração amarelada em decorrência da concentração de matéria orgânica em seu leito, mais precisamente, ácida húmicos. Esses resultados, conforme Resolução CONAMA Nº 20/1986 (Tabela 5), não se encontram dentro dos padrões estabelecidos que é de até 75 mg Pt/Co. Portanto, as águas do rio Mearim necessitam passar por tratamento convencional antes de ser consumida pela população. Este parâmetro, conjuntamente com a turbidez, também indica presença de colóides inorgânicos (argila), o que pode acarretar, no futuro, uma decantação.

Os parâmetros aspecto e odor da água em estudo não foram mensurados. O motivo da não determinação desses parâmetros deve-se ao fato da água não apresentar visualmente alterações nas suas propriedades organolépticas (aspecto turvo e nem odor). Isto porque, o que confere, geralmente odor e aspecto das águas são de origem bastante variadas e, normalmente, encontram-se presentes em quantidades tão pequenas que são de difícil detecção e medida (ESPÍNDOLA et al., 2002).

Como visto anteriormente, o parâmetro turbidez é considerado como de alta relevância, pois está diretamente relacionado com partículas em suspensão, sendo que a deposição por meio da força gravitacional aumenta a sedimentação tornando-se um indicativo do nível de assoreamento do rio. Segundo Conte (2001), a turbidez é um critério primário a ser observado para avaliar a potabilidade da água

e determinar a aceitabilidade visual das águas residuárias. Branco (1996) enfatiza que a turbidez é a condição de um corpo de água causada pela presença de material em suspensão finamente dividido e depende, basicamente, do tamanho e da forma das partículas que variam entre 0,1 e 10,0  $\mu\text{m}$ . Altos valores de turbidez e sólidos em suspensão prejudicam e sobrecarregam os processos de tratamento de água destinada ao consumo humano. Podem ainda provocar danos à biota aquática, pois limitam a penetração da radiação solar e com isso reduzem a fotossíntese, além de provocar alterações nos processos de reprodução e crescimento dos peixes (ZUCCARI, 1992).

Verificou-se no período da estiagem que o valor máximo do parâmetro turbidez das águas no rio Mearim foi de 130,0 U.N.T. encontrado no ponto P5, enquanto que, no período chuvoso o índice neste mesmo ponto foi de 170,0 U.N.T. O aumento desse parâmetro durante o período chuvoso foi devido ao transporte de sedimentos ocasionados pelo arraste das partículas de solo pelas chuvas. Os resultados obtidos estão acima dos padrões recomendados pela Resolução Nº 20/1986 CONAMA (Tabela 5), cujo teor máximo é de até 100 U.N.T. A presença de material sólido em suspensão nos corpos de água, a exemplo da turbidez, tem como origem os processos naturais como decomposição da vegetação, erosão causada pelas chuvas, atividades agrícolas e urbanas, efluentes domésticos, além do lixo, fatores estes observados de forma significativa na cidade de Arari-MA. É importante também ressaltar que quanto maior a turbidez, maior será o processo de assoreamento, o que de certa forma poderá comprometer a calha fluvial do rio, e conseqüentemente a navegação (CONTE, 2001).

Outra contribuição desse parâmetro para o rio Mearim, deve-se ao fato deste assoreamento poder se estender para áreas com maior declividade da bacia,

como a região costeira da Ilha de São Luís. Como pode ser observado no Anexo C, o rio Mearim desemboca do lado esquerdo da ilha cuja faixa litorânea apresenta dois portos, o da Alumar e do Itaqui, sendo o último de maior profundidade natural do mundo. Caso não sejam tomadas medidas para minimizar este parâmetro (turbidez) poderá, no futuro próximo, comprometer estes dois portos hidroviários.

O sistema fluvial do rio Mearim caracterizou-se por uma temperatura relativamente homogênea com mínima de 27 °C e máxima de 29 °C nos meses de dezembro/2002 e março/2003, respectivamente. Os valores obtidos com relação à temperatura caracterizaram-se por diferentes graus, pois na estação seca a coleta ocorreu em torno das 15 horas, enquanto que no mês de março a coleta aconteceu por volta das 12h 30 min.

A Tabela 6 e o Gráfico 3 relacionam a média dos parâmetros microbiológicos analisados nas águas do rio Mearim em cada ponto estrategicamente selecionado durante o período de estiagem (seco) e o período chuvoso. O motivo pelo qual os resultados foram expressos na forma de valores absolutos (e não relativos como no caso das análises físico-químicos), deve-se a relevância do parâmetro microbiológico como indicador da qualidade da água (Anexo F). É sabido que muitos moradores ribeirinhos da área urbana de Arari-MA sobrevivem de forma extrativista ao longo do curso do rio Mearim.

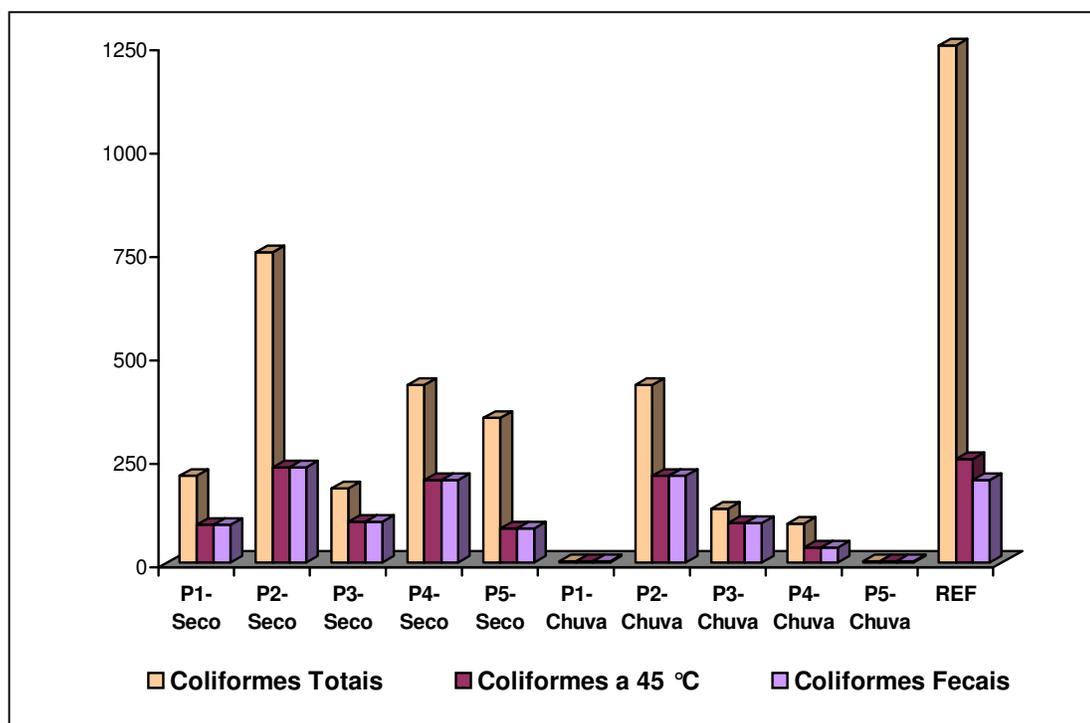
Tabela 6 - Parâmetros microbiológicos encontrados nas águas do rio Mearim na cidade de Arari-MA

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	Período seco*					Período chuvoso*					REF**
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	
Coliformes Totais	210	750	180	430	350	<3	430	130	94	<3	1250
Coliformes a 45 °C	92	230	98	200	82	<3	210	95	36	<3	250
Coliformes Fecais	92	230	98	200	82	<3	210	95	36	<3	200

\* - Valores expressos em NMP/100mL (NMP: Números mais prováveis)

\*\* REF.-Valores limites em NMP/100 mL estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 274/2000

O gráfico 3 demonstra análise bacteriológica das águas do rio Mearim através dos resultados apresentados na Tabela 6.



P1-Chuva: amostras coletadas no ponto 1 no período chuvoso.

REF.: Valores limites em NMP/100 mL estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 274/2000

Gráfico 3 - Análise bacteriológica das águas do rio Mearim na cidade de Arari- MA

Vários estudos comprovam que infecções humanas, tanto intestinais como extra-intestinais, podem ser causadas por microorganismos veiculados pelas águas contaminadas, de fezes e urina. A possibilidade dos ambientes aquáticos servirem de reservatórios a diversos microorganismos e permitirem a sobrevivência dos mesmos nesse “habitat” assumem, em seu aspecto epidemiológico, considerável importância (SOUZA; RIVERA, 1995).

A observação de coliformes, considerados como bons indicadores biológicos em qualquer água, é indício do risco de existência de patógenos da família *Enterobacteriaceae*, fato este, aceito pela Organização Mundial de Saúde e por órgãos nacionais de meio ambiente e vigilância sanitária (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2002).

Nas amostras de água microbiológicas coletadas em cinco pontos distintos, no período da estiagem, foi observada a presença de bactérias do grupo coliformes totais e coliformes fecais. A diferença entre esses dois grupos de bactérias segundo Gray (1995) significa que o índice de coliformes totais é utilizado para avaliar as condições higiênicas, enquanto que o índice de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação fecal, ou seja, de condições higiênico-sanitárias.

Na Tabela 6, percebe-se que todos os pontos mensurados no período seco apresentam concentração de coliformes, enquanto que no período chuvoso não foram encontrados índices de quaisquer bactérias nos pontos P1 e P5. A explicação para este comportamento pode ser devida ao efeito diluição. Como pode se observar, os valores no período chuvoso foram menores que aqueles obtidos no período seco. Ressalta-se que nos trechos dos pontos P1 e P5 existe além da vegetação ribeirinha a presença de algumas árvores frutíferas como mangueiras,

bananeiras e babaçuais. Foi constatado, conforme Foto 1, a existência de aninga (*Montrichard arborescens* S.) (SILVA, 1977) e cana-de-açúcar cultivados às margens do rio, indicando assim um efeito filtrante por parte da vegetação, podendo inferir que esta área se encontra em bom estado de conservação. Nas amostras coletadas nos pontos P2, P3 e P4 no período seco, constatou-se a presença de coliformes fecais e totais, refletindo de forma incipiente uma contaminação deste trecho do rio Mearim. Soares e Maia (1999) enfatizam que a detecção de coliformes totais é considerada uma indicação útil de contaminação, ocasionada por sanitização deficiente, evidenciando práticas de higiene aquém do necessário.



Fotografia 1 - Vegetação cultivada às margens do rio Mearim em Arari-MA

Foram isoladas e identificadas as espécies *Escherichia coli* nos diferentes pontos de coleta. De acordo com a Resolução CONAMA 274/2000 (Tabela 5), a *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, sendo encontrada em

esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente.

Valentini e Gomes (1997) enfatizam ainda que quando se observa a existência de bactérias do grupo coliforme, diz-se que a água examinada é potencialmente perigosa. Estas bactérias encontradas na calha<sup>4</sup> do rio Mearim são oriundas provavelmente da presença de animais que se utilizam o rio para dessedentação, além de esgotos sanitários, que são lançados diretamente em alguns pontos de escoamento pluvial, tornando a água imprópria para o consumo e como consequência ocorre a sua contaminação. Cita-se o fato de existir um hospital municipal de médio porte localizado próximo ao seu leito, onde efluentes líquidos de origem hospitalar, apesar de não terem sido analisados neste trabalho, representam uma preocupação para a saúde da população local. Portanto, sugere-se que a população seja orientada para que efetue a filtragem ou mesmo que se ferva a água, que será utilizada para o consumo. Há ainda os animais que se utilizam do rio para a dessedentação. É interessante que o poder público local construa ao longo do curso fluvial bebedouros estratégicos, a montante e a jusante do rio, para evitar que os animais se aproximem da calha fluvial contaminando dessa forma o seu leito.

Como visto anteriormente, os resultados que correspondem ao período chuvoso foram relativamente menores em relação ao período de estiagem, favorecendo dessa forma a limpeza do rio. Isto significa que o período chuvoso contribuiu de forma preponderante para amenizar, por meio da autodepuração os efeitos da qualidade sanitária da água do rio Mearim.

Outro fator natural que contribuiu para amenizar a presença de coliformes em altas concentrações na calha do rio foi a vegetação desenvolvida de uma planta

---

<sup>4</sup> Local de escoamento das águas do rio (GUERRA, 2001).

aquática conhecida popularmente como aguapé ou moruré (*Eichornia crassipes*) (Fotografia 2), que devido à sua capacidade filtrante decorrente da sua intensa atividade biológica, absorve grandes quantidades de nutrientes nocivos ao homem, facilitando assim a retirada desses elementos e permitindo que o curso fluvial do rio apresente valores como os observados durante o período chuvoso nos pontos P1 e P5, ou seja, ausência de coliformes (SILVA, 1977).



Fotografia 2 - Planta aquática chamada aguapé no rio Mearim em Arari-MA

É interessante ressaltar que nos pontos P1 e P5, mesmo não havendo números significativos de coliformes, não significa que essas áreas se encontram livres da ação dessas bactérias. Portanto, mediante as análises efetuadas, percebe-se a necessidade de se adotarem ações efetivas de implementação e/ou otimização de sistemas de tratamentos de efluentes domésticos, antes de serem lançados na calha do rio Mearim, visando reduzir os índices de coliformes. Esse tratamento

possibilitaria reais melhorias na qualidade da água, diminuindo os riscos à saúde da população, já que a mesma utiliza a água do rio para o seu abastecimento.

Diante do exposto, sugere-se que haja um monitoramento anual da qualidade de água do rio Mearim, para subsidiar de forma concreta ações de planejamento em sua bacia e conseqüentemente no rio Mearim, no trecho que compreende a cidade de Arari-MA.

#### **4.2 Percepção ambiental dos moradores de Arari-MA**

Segundo Feitosa e Almeida (2002), os estudos de percepção ambiental permitem identificar aspectos relacionados com a afetividade existente entre aqueles que usam o recurso natural, nesse caso, a água, como um recurso de extrema importância para a sobrevivência humana.

Observações referentes à percepção ambiental dos moradores de Arari-MA foram realizadas nos dias 18 e 19 de março de 2003, mediante entrevistas com 100 pessoas escolhidas de forma aleatória, sendo 53 % mulheres e 47 % homens, todos residentes na referida localidade.

No aproveitamento do rio pela população de Arari-MA, foi notado que os homens são quem mais o utilizam. Do percentual total da população masculina entrevistada, somente 14 % não utilizam diretamente o rio. Sendo que, 86 % dos homens entrevistados dependem do mesmo para sobreviver. Quanto à população feminina, 46 % tiram proveito do rio rotineiramente, enquanto 54 % não o utilizam forma direta (Tabela 7).

Tabela 7 - Utilização do rio Mearim pela população da cidade de Arari-MA

<b>Utilização do Rio</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
Homens	86 %	14 %
Mulheres	46 %	54 %

Com relação às formas de utilização do rio (Gráfico 4), o levantamento permitiu verificar usos múltiplos, como pesca (31 %), navegação (10 %), banho (33 %), lavagem de roupa (5 %), plantação nas margens do rio (5 %) e outras (7 %). Um percentual de 9 % da população respondeu que não se beneficia diretamente do rio, pois essas pessoas não moram próximas as suas margens e têm suas atividades relacionadas ao comércio local. Em virtude da cidade não apresentar formas alternativas de diversão, a população utiliza o rio como forma de lazer, o que pode ser comprovado pelo o maior índice percentual de 33 % atribuído às pessoas que utilizam o rio constantemente para o banho.

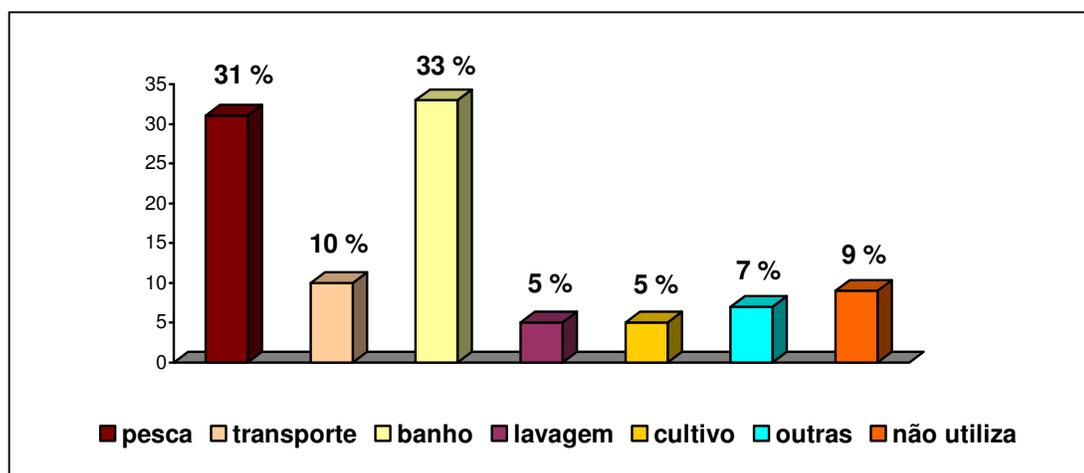


Gráfico 4 - Forma de utilização do rio Mearim pela população em Arari-MA

Com relação à frequência de utilização do rio Mearim pela população de Arari-MA (Gráfico 5), entre os entrevistados que utilizam o rio rotineiramente, 29 % utilizam o rio diariamente, 20 % semanal e 15 % mensalmente, enquanto 36 % utilizam o rio esporadicamente. Este nível de utilização está relacionado ao fato do rio cortar toda a cidade, inclusive o seu perímetro urbano, favorecendo assim sua utilização.

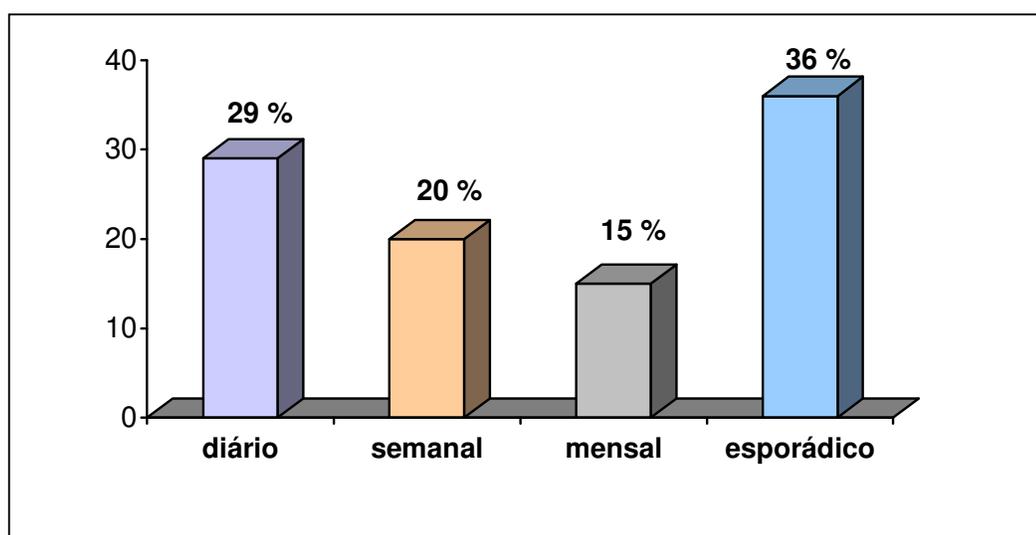


Gráfico 5 - Frequência de utilização do rio Mearim pela população de Arari-MA

Dentre os aspectos naturais (Gráfico 6), que envolvem a estética do rio, os entrevistados apresentaram opiniões diversificadas. Para 45 % dos entrevistados, as “cheias” constituem o elemento de maior beleza; 26 % apontaram a paisagem; 8 % consideraram a vegetação local como um verdadeiro deslumbramento, e também 8 % destacaram as margens (beiradas) do rio como verdadeiramente bela, enquanto para 13 % dos entrevistados, a fauna (aves e animais) é o aspecto natural mais contemplado.

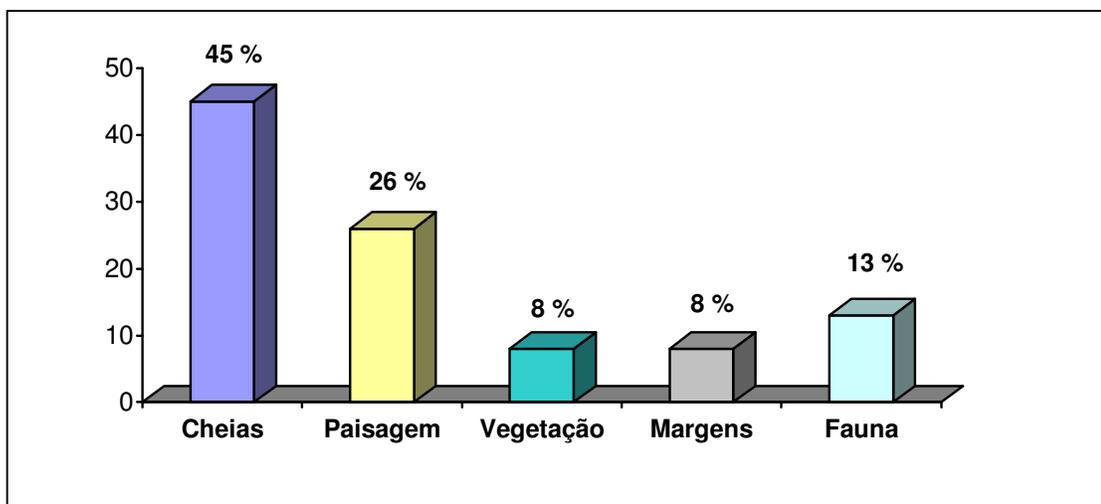


Gráfico 6 – Aspectos naturais observados no rio Mearim

De acordo com a percepção dos moradores de Arari-MA, dentre os aspectos que comprometem a beleza, e contribuem para a degradação ambiental do rio (Gráfico 7), destacam o lixo, com 56 %, os esgotos com 33 %, o assoreamento com 5 %, o desmatamento com 4 % e as queimadas com um percentual de 2 %.

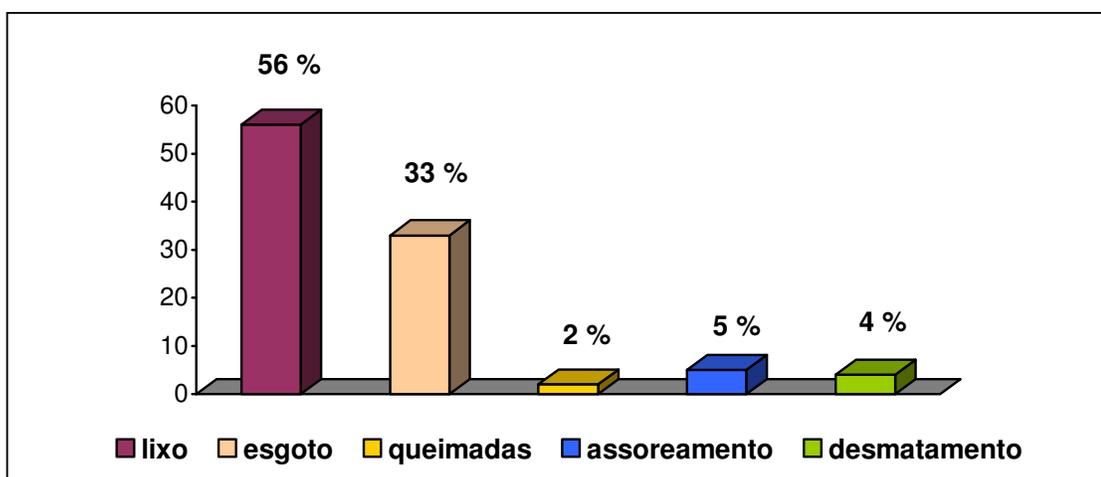


Gráfico 7 - Aspectos que comprometem o rio Mearim em Arari-MA

O lixo foi apontado como o principal foco de destruição do rio. A ausência de políticas públicas governamentais, no sentido de adotar medidas eficientes para a coleta e o tratamento do lixo, faz do rio o principal receptor de resíduos. A degradação resultante dessa prática inadequada compromete a qualidade da água do rio, a poluição do ar, a contaminação do solo e a proliferação de vetores transmissores de doenças contagiosas que afetam a saúde pública. A solução da problemática ambiental do lixo envolve a atuação do poder público e da sociedade no sentido de realizar a coleta sistemática e destinações adequadas do lixo, sensibilizando a população para estas atividades já que é o principal agente causador da degradação (BARROS et al, 1995).

Outro aspecto que contribui para a degradação ambiental do rio, é o lançamento de efluentes líquidos, preferencialmente domésticos. Esses resíduos acabam interferindo negativamente no ecossistema aquático, contribuindo para a perda da qualidade da água e a redução da biodiversidade.

O assoreamento do rio Mearim, na área da zona urbana da cidade de Arari-MA (Fotografia 3), manifesta-se de forma inadequada através do desmatamento provocado pela retirada da vegetação nativa. O desmatamento é uma das principais causas da erosão do solo e da perda da diversidade biológica (CHRISTOPHOLETTI, 1995). O termo erosão do solo é usado para nomear todas as formas de desgaste e acúmulo que alteram o equilíbrio da paisagem. Estas manifestações são provocadas pelo homem e efetivadas pela ação da água, do vento e da força da gravidade (FEITOSA; ALMEIDA, 2002). Além desses fatores, verificou-se ainda que em alguns trechos do rio a cobertura vegetal nativa foi substituída pela agricultura de subsistência. Sendo observada em alguns trechos do rio a cultura de vazante muito comum na cidade de Arari-MA. Segundo Hermanns

(2002), as culturas adequadas ao cultivo de vazante devem apresentar um crescimento radicular rápido, de maneira a acompanhar o rebaixamento do lençol freático, e devem ser de ciclo curto compreendendo um período de 90 a 120 dias. A cultura do arroz praticada em Arari-MA constitui-se em um exemplo típico do que está ocorrendo em alguns trechos do rio que tem sua vegetação nativa substituída pelo cultivo do arroz intercalada com outras culturas como o feijão e a melancia.



Fotografia 3 - Assoreamento em um trecho do rio Mearim na cidade de Arari-MA

Dentre as sugestões para a melhoria da qualidade ambiental do rio, na visão dos entrevistados, figuram os seguintes itens: limpeza com 49 %, sensibilização com 18 %, fiscalização com 16 %, saneamento básico com 9 %, reflorestamento com 6 %, e a recuperação da mata ciliar com 2 % (Gráfico 8). Como se pode observar, quase a metade dos entrevistados acreditam que a limpeza do curso d'água é a forma mais eficaz na melhoria da qualidade do rio.

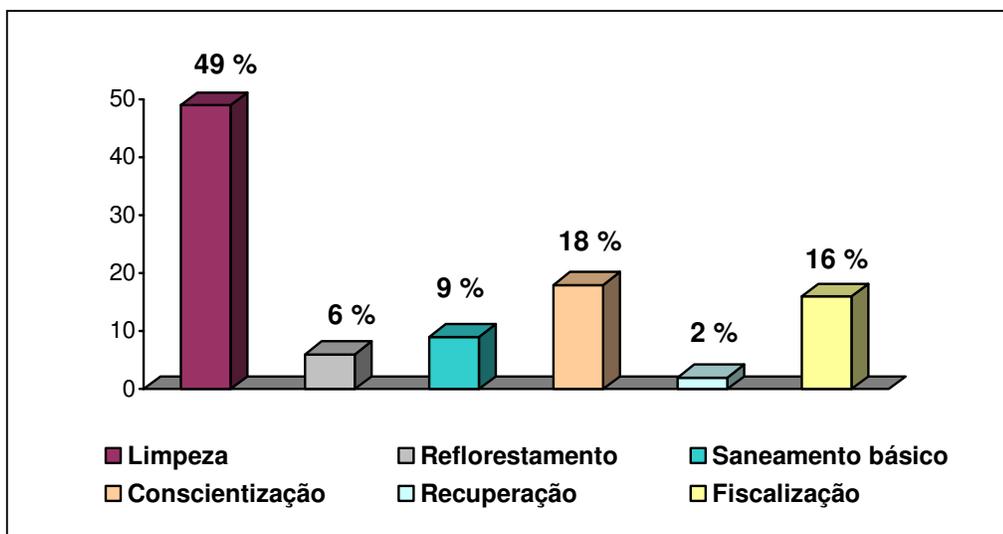


Gráfico 8 - Sugestões para melhorar as condições ambientais do rio Mearim na cidade de Arari-MA

Quanto à expectativa das condições ambientais do rio Mearim, no futuro próximo, 66 % dos entrevistados, entendem que a tendência é aumentar a poluição, enquanto que 26 % acreditam que o quadro atual conservar-se-á. Ao contrário do que pensa 2 % que acreditam que o rio vai secar, e 6 % não manifestaram opinião (Gráfico 9).

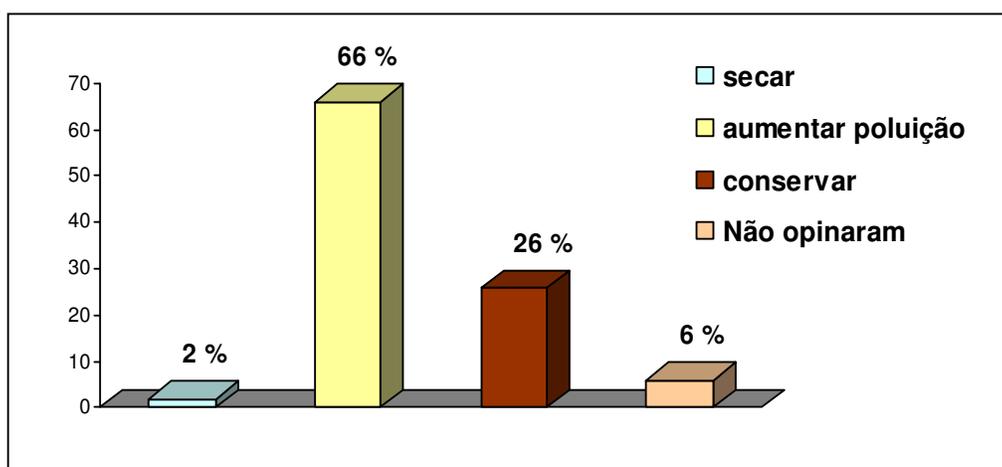


Gráfico 9 - Expectativas sobre o futuro do rio Mearim na cidade de Arari-MA

No que tange a projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), 96 % dos entrevistados não possuem conhecimento de nenhum projeto que vise a recuperação do rio. E somente 4 % afirmaram já terem ouvido falar em algum tipo de projeto, porém essas pessoas não souberam informar que tipo de atividade já foi desenvolvida, visando minimizar o problema ambiental do rio. É importante destacar que o futuro do rio Mearim deverá estar pautado, além de projetos de RAD, em princípios e práticas agroecológicas, onde a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável devem assegurar a conservação deste espaço.

O rio Mearim constitui-se em um recurso natural dentro da agroecologia, haja visto que o mesmo, é um importante meio de fornecimentos de alimentos, tanto para homens como para animais, além de influenciar a produtividade do solo nas culturas de vazante que são bastante comuns na região. Diante disto, BRITO; CÂMARA (1998), afirmam que a sustentabilidade, significa a possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em um dado ecossistema.

#### **4.3 Realidade social e econômica da cidade de Arari-MA**

Conhecer as características da população de Arari-MA é de extrema importância para poder identificar e descrever a gênese de alguns aspectos demográficos e sociais. Foram entrevistados 100 moradores, obtendo-se os dados da Tabela 8, que apresenta a faixa etária da população, na qual se observa que 24 % dos entrevistados têm menos de 20 anos, 13% está na faixa etária de 21 a 30 anos, 26 % de 31 a 40 anos, 28 % entre 41 a 50 anos e 9 % acima de 50 anos. Dentre a população masculina entrevistada verificou-se que 5 % têm menos de 20 anos, 32 % estão na faixa etária de 21 a 30 anos, 19 % entre 31 a 40 anos e 34 %

acima de 50 anos. Enquanto que dentre a população feminina pesquisada, 12 % têm menos de 20 anos, 21% estão na faixa etária de 21 a 30 anos, 34 % entre 31 e 40 anos, 17 % entre 41 e 50 anos e 16 % acima de 50 anos. Dos resultados apresentados, deduz-se que a população de maior porcentagem feminina está situada entre 31 e 40 anos, enquanto que a maior população masculina está situada na faixa etária acima de 50 anos, ou seja, mais de um terço da população masculina de Arari-MA é composta por idosos (homens com idade superior a 50 anos). Pode ser observado ainda na Tabela 8, que da população total, incluindo homens e mulheres, a faixa etária com maior número de pessoas está situada entre 41 e 50 anos, e a menor faixa etária está entre as pessoas com idade acima de 50 anos.

Tabela 8 - Faixa etária da população pesquisada.

<b>Faixa etária</b>	<b>Masculino</b>	<b>Feminino</b>	<b>Total</b>
Até 20 anos	5 %	12 %	24 %
Entre 21 e 30 anos	32 %	21 %	13 %
Entre 31 e 40 anos	19 %	34 %	26 %
Entre 41 e 50 anos	10 %	17 %	28 %
Maior que 50	34 %	16 %	9 %

No que diz respeito ao tempo de residência, 8 % dos entrevistados residem na cidade de Arari-MA há menos de dois anos, 4 % entre dois e cinco anos, 6 % entre seis e dez anos, 27 % entre dez e vinte anos e 55 % têm residência fixa há mais de vinte anos (Gráfico 10).

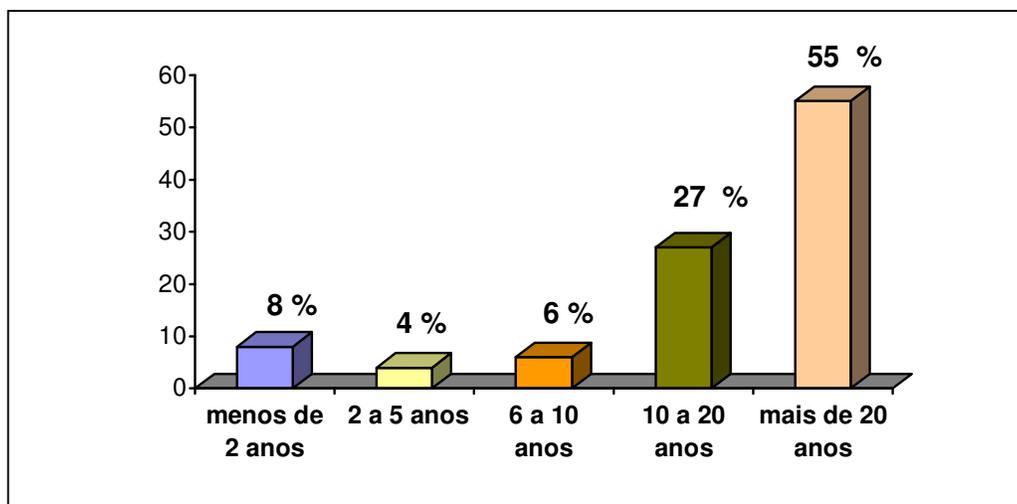


Gráfico 10 - Tempo de residência em Arari-MA

O resultado mostrado no Gráfico 10, indica a existência de um problema social desafiador, principalmente para o poder público, que é o êxodo rural. A coerência dos dados apresentados pode ser comprovada quando compara aos resultados dos últimos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, onde se verifica que na década de oitenta houve um intenso movimento migratório. De acordo com o censo demográfico de 2000 a população total de Arari-MA foi de 26.366 habitantes, concentrando-se 58,58 % no meio urbano e 41,42 % na zona rural (IBGE, 2002). Esses resultados demonstram, que o processo de ocupação espacial da população de Arari-MA nos últimos anos foi pautado por um processo de desruralização e pela concentração da população na zona urbana do município. Vários fatores podem ser enumerados como os responsáveis por este processo. LEMOS (2002), cita a não realização de um programa de reforma agrária abrangente e profundo que resolvesse em definitivo as pendências fundiárias e o desmonte do Sistema Federal de Assistência Técnica e Extensão Rural. Outro problema é a desestruturação do Estado, no que se refere à falta de política agrícola traduzida nas formas de crédito rural, preços mínimos remunerados, comercialização

e formento agrícola. Associados a estes fatores, destacam-se ainda os efeitos da intensificação das comunicações entre essas duas realidades geográficas. Felizmente, os atrativos da cidade veiculados pela mídia, têm fascinado de forma expressiva o homem da zona rural (ROSS, 2001).

Com relação ao grau de instrução dos moradores de Arari-MA (Gráfico 11), considerando-se a população total, incluindo homens e mulheres, os índices foram os seguintes: 7 % dos entrevistados são analfabetos, 36 % possuem o 1º grau incompleto, 24 % dizem ter o 1º grau completo, 18 % responderam ter somente o 2º grau incompleto, enquanto que 13 % possuem o 2º grau completo e somente 2 % afirmaram ter curso superior.

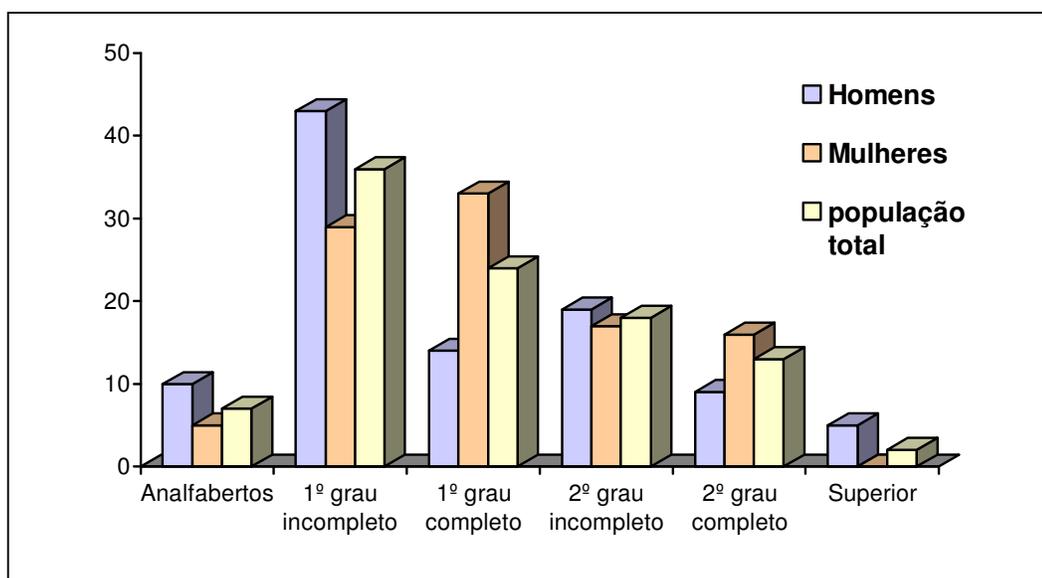


Gráfico 11 - Grau de instrução da população de Arari-MA

Comparando-se o grau de instruções entre homens e mulheres, percebe-se através do Gráfico 11, que dentre a população masculina entrevistada, 10 % são analfabetos, 43 % têm o 1º grau incompleto, 14 % estudaram até 1º grau, 19 % não concluíram o 2º grau, 9 % têm somente o 2º grau e 5 % possuem curso superior.

Enquanto que para a população feminina, o grau de instrução está distribuído da seguinte forma: 5 % são analfabetas, 29 % possuem o 1º grau incompleto, 33 % concluíram somente o 1º grau, 17 % não concluíram o 2º grau, 16 % têm somente o 2º grau e nenhuma mulher, dentre as pesquisadas, possui curso superior. Percebe-se que o número de analfabetos é maior entre os homens (10 %). Em contra partida, somente os homens possuem curso superior (5 %). Com esses resultados, comprova-se que os moradores de Arari-MA ainda apresentam baixo nível de instrução, conseqüentemente a qualificação profissional (Gráfico 12), fica muita a desejar, ou seja, no máximo chegam a profissões como agricultor (41 %), pescador (16 %), comerciante (7 %) e sendo registradas também outras profissões, como funcionário público (14 %), autônomos (11 %) e outras (9 %).

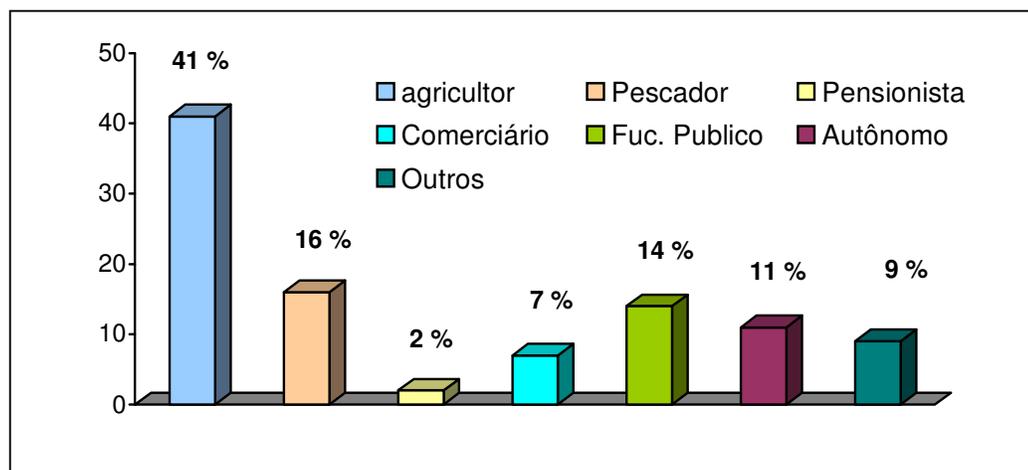


Gráfico 12 - Profissão do chefe da família da população de Arari-MA

Um dos indicadores do padrão de vida de uma população é a renda familiar (Gráfico 13). A renda da população de Arari-MA está distribuída da seguinte forma: dentre os entrevistados, 20 % ganham menos de um salário mínimo (sm), 54 % ganham até 2 sm, 14 % 2 e 3 sm, 7 % entre 4 e 5 sm e 5 % ganham mais de cinco salários.

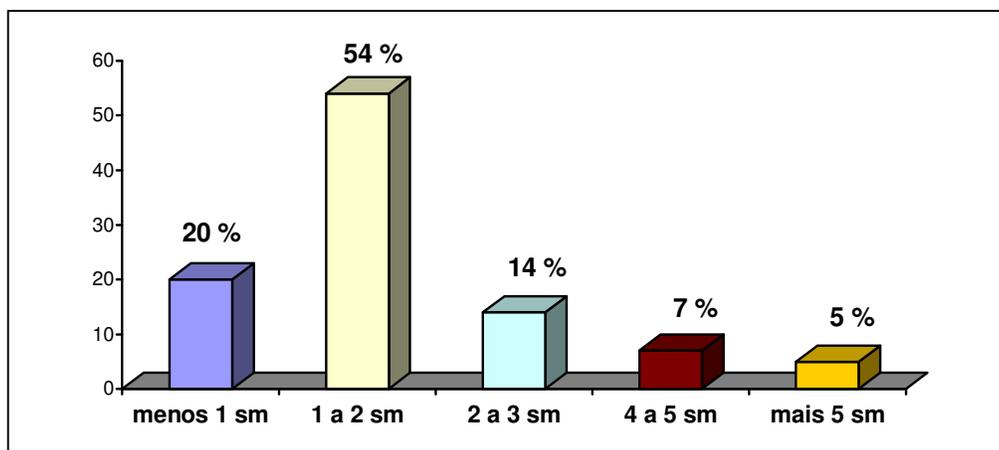


Gráfico 13 - Renda familiar da população de Arari-MA

Mesmo com o poder aquisitivo relativamente baixo, os moradores conseguem adquirir alguns bens de consumo considerados básicos numa residência. Entre os bens adquiridos, o fogão, a geladeira e a televisão, merecem destaque, não apenas pela quantidade de pessoas que os possuem, mas pelo que significam em termos de mudanças de valores, hábitos, necessidade de consumo, de novas formas de ver o mundo em sua relação com o exterior (Gráfico 14).

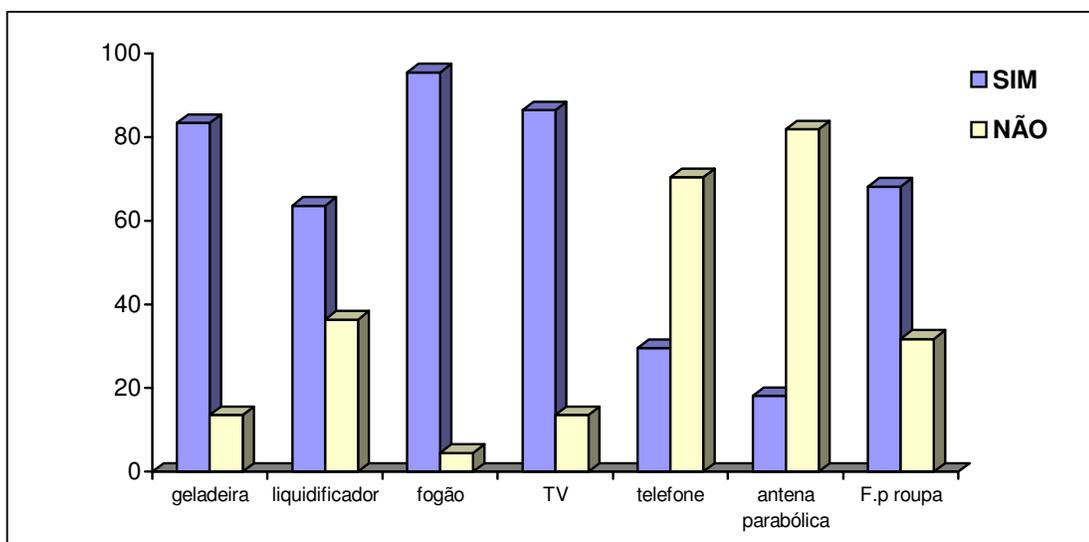
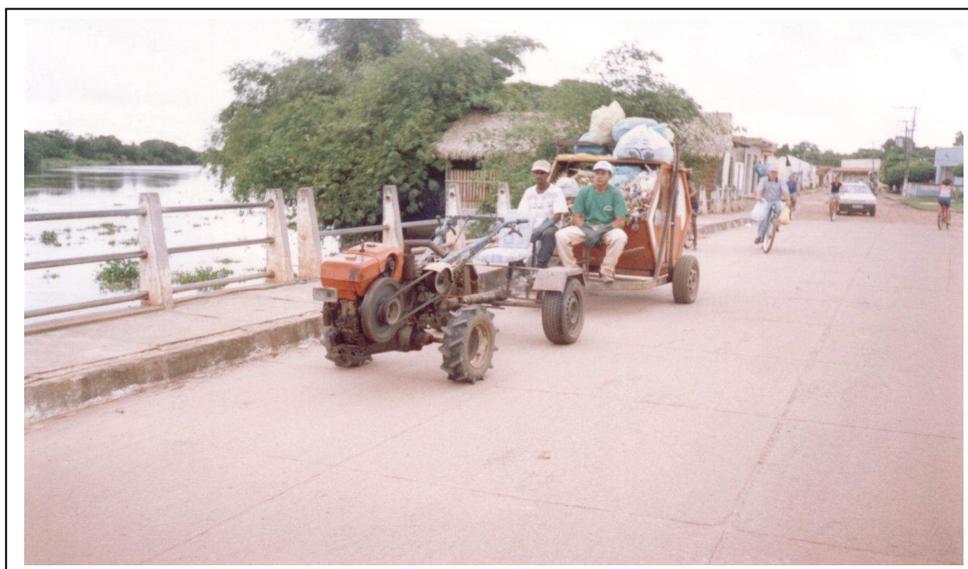


Gráfico 14 - Eletrodomésticos dos moradores entrevistados no município de Arari-MA

Arari-MA, como outras inúmeras cidades brasileiras, sofre com o problema da infra-estrutura urbana, entre elas, água encanada, pavimentação de ruas, iluminação e rede de esgotos. Apesar de a cada ano aumentar a área abrangida por esses serviços, a mesma não tem conseguido suprir a demanda da população. Falta de pavimentação, água encanada e serviço de esgoto são problemas infra-estruturais que comprometem a saúde da população, expondo os moradores a diversos tipos de doenças, principalmente aquelas relacionadas à falta de higiene. Casos como verminoses, malária, dengue, leptospirose e doenças de chagas, que já foram registradas na localidade, conforme apresentado em ficha cadastral de saneamento da Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 1999).

O serviço de coleta de lixo (Fotografia 4) é extremamente deficitário, ficando restrito ao entorno, localizado nas proximidades da Prefeitura Municipal e da Igreja matriz da cidade. De acordo com a pesquisa, 56 % dos entrevistados não são beneficiados com a coleta regular de lixo. Dessa forma, os moradores são obrigados a enterrar o lixo nos quintais de suas casas, queimar, lançar em terrenos baldios ou então jogá-los no rio.



Fotografia 4 - Serviço público de coleta de lixo na cidade de Arari-MA

O abastecimento de água da cidade de Arari-MA (Gráfico 15) é feito diretamente através do Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE). Analisando a procedência da água consumida pela população, verificou-se que 93 % dos entrevistados têm em suas casas água fornecida pela rede geral (SAAE), 2 % faz uso do poço ou cacimba, e 5 % utilizam outras fontes. Com relação ao tratamento de água consumida pelas famílias, 90 % filtram a água antes do consumo, em contra partida registra-se um percentual de 10 % das famílias que consomem a água sem um prévio tratamento.

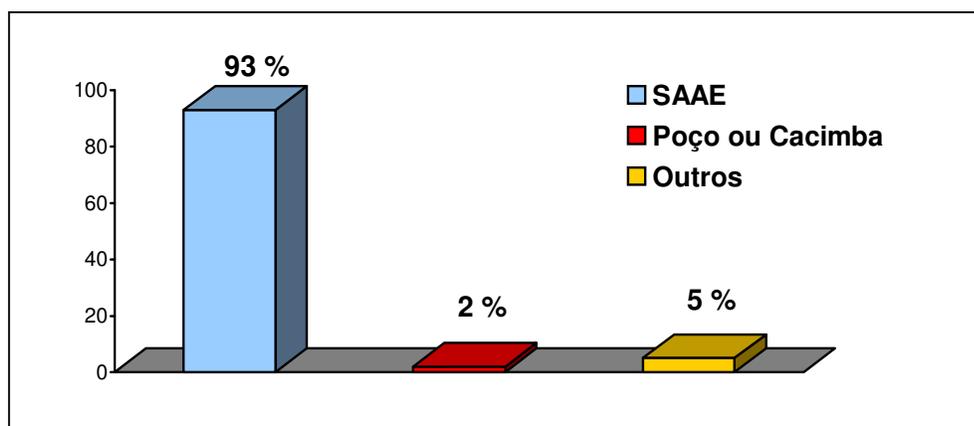


Gráfico 15 - Procedência da água consumida pelas famílias de Arari-MA

## 5 CONCLUSÕES

Ao analisar os resultados obtidos, verificam-se muitas situações que merecem ser enfocadas e discutidas, por serem motivo de preocupações para um futuro não muito distante. A problemática ambiental do rio Mearim, no trecho que compreende o perímetro urbano da cidade de Arari-MA, decorre de vários processos que vão desde as práticas agrícolas inadequadas, até o processo de ocupação e uso do solo ao longo do curso do rio na cidade.

Os parâmetros físico-químicos indicaram que as águas encontram-se inseridas na classe 3 (CONAMA 20/1986). Ressalta-se que o seu consumo para o abastecimento doméstico só poderá acontecer após tratamento convencional, ou seja, filtração e esterilização mediante fervura.

Os parâmetros microbiológicos apresentam bactérias do grupo coliformes, acredita-se que o lançamento “in natura” de resíduos, dejetos domésticos e a constante presença de animais às margens do rio Mearim, sejam responsáveis por este resultado, o que compromete totalmente a qualidade da água se atingir níveis que superem a sua capacidade de autodepuração.

Diante do pouco desenvolvimento do município, constatou-se que sua mata ciliar ainda se encontra em bom estado de conservação, embora, em alguns trechos do rio sua vegetação original já tenha sido substituída por árvores frutíferas e por agricultura de subsistência.

A ocupação da grande maioria da população de Arari-MA encontra-se no setor primário da economia, predominantemente no setor agrícola, destacando-se as culturas de arroz, milho, feijão e melancia. É comum entre os agricultores a utilização de insumos e agroquímicos como: inseticidas e herbicidas, não se constatando práticas agroecológicas.

Percebeu-se na cidade de Arari-MA uma falta de fiscalização, ao que se refere ao cumprimento das legislações ambientais. A explicação pode estar no desconhecimento local, haja visto não terem sido mencionadas pelos entrevistados ações desenvolvidas no âmbito municipal no sentido de encontrar soluções alternativas para problemas que envolvam as reais potencialidades ecológicas do ambiente, ou falta de interesse do poder público local em cumprir as normas vigentes.

A falta de saneamento básico é um dos maiores transtornos observados na cidade, comprometendo tanto a saúde da população, quanto a qualidade da água do rio Mearim.

É necessário e indispensável que práticas conservacionistas sejam implementadas no trecho que compreende o rio Mearim na cidade de Arari-MA, buscando minimizar os problemas ambientais e alcançar a sustentabilidade daquele recurso hídrico.

Como este trabalho foi realizado entre os meses de dezembro de 2002 e março de 2003, sugerem-se, além de um número maior de pontos amostrais, outros estudos em diferentes épocas do ciclo sazonal, bem como a continuidade do monitoramento da qualidade da água em outras cidades da bacia do rio Mearim.

## REFERÊNCIAS

ARANHA, F. de J.; DRUMOND, M.; SILVA, F. M. Documento base do seminário sobre a preservação do rio Itapecuru. In: SEMINÁRIO SOBRE A PRESERVAÇÃO DO RIO ITAPECURU. S.O.S. 1992, São Luís. **Itapecuru Documentos...** São Luís: Instituto do Homem, 1992. 23p.

BARROS, R. T de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p.

BARTH, F.T. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo, Nobel/ABRH, 2000. 525p.

BRANDENBURG, Alfio. **Agricultura Familiar, ONGS e Desenvolvimento Sustentável**. Curitiba: Editora da UFPR, 1999. 326p.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia Aplicada a Engenharia Sanitária**. 3. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1996. 640 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **A Evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, 2002. 64p. Edição Comemorativa do dia Mundial da Água.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 274/2000**. Brasília, DF. 2. ed. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 10 abr. 2003a.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA n. 20/1986**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 15 mar. 2003b.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Meio-ambiente e dos Recursos Naturais. Secretaria de Meio-ambiente e Turismo do Maranhão. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Maranhão**. São Luís: LITHOGRAF, 1993. 194p.

BRASIL. Ministério da Irrigação Departamento Nacional de Obras de Saneamento. **Projeto Mearim**: aproveitamento hidroagrícola do baixo Mearim: estudo de viabilidade. 1988. 30p. v. 1.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Política nacional de recursos**: legislação. Brasília, DF. 2001. 54p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Ficha cadastral de saneamento**. Brasília, DF. 1999.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Guia brasileiro de vigilância epidemiológica**. 5.ed. Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento de Hidrovias Interiores. Transportes Aquaviários. **Relatório estatístico hidroviário**: 2000. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: 20 abr.2003

\_\_\_\_\_. **Projeto Mearim**: Levantamentos básicos integrados de recursos naturais da bacia do rio Mearim: setor pesqueiro. 1989. 982p.

BRITO, A; CÂMARA, J. **Democratização e gestão ambiental**: em busca do desenvolvimento sustentável. Petrópolis, RJ: Vozes. 1998. 326p.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. v. 1. 313p.

CONTE, M. L. **Avaliação de recursos hídricos**: Rio Pardo, um exemplo. São Paulo: UNESP, 2001. 141 p.

COSTA, A. **Introdução à ecologia de águas doces**. Recife: UFRPE, 1995. 297p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

ESPINDOLA, L.G; MAUAD.F.F; SCHALCH.V. **Recursos hidroenergéticos**: Usos, Impactos e Planejamento Integrado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 2002. v. 1.

FEITOSA, A.C, **O Maranhão primitivo**: uma tentativa de reconstrução. São Luís: Augusta, 1983. 142 p.

FEITOSA, A. C.; ALMEIDA, Paz de. A degradação ambiental do rio Itapecuru na sede do município de Codó-MA. **Revistas Cadernos de Pesquisa**. São Luís: UFMA, v. 13, n. 1, p. 31-45. 2002.

FREITAS, M.C. **O Estado das águas no Brasil**. Brasília, DF, 1999. 334p.

GRAY, L.D. **Escherichia, Salmonella, Shigella and Yersinia**: Manual of clinical microbiology. Washington: American Society for Microbiology, 1995. 456p.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Novo dicionário Geológico-Geomorfológico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 652p

HERMANN, K. Água e desenvolvimento sustentável no semi-árido. **Série Debates**, n. 24, dez. 2002.

IBGE. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro, 1995. v. 3. 443p.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico do Brasil, 2000**. Rio de Janeiro, 2002. v. 2.

KOPPEN, Wilhelm. **Climatologia**: com um estudio de los clima de la tierra. México, Fondo de Cultura Economía, 1948. 478p.

LEMOS, José de Jesus Sousa. **Zoneamento ambiental e agrícola do Maranhão: fundamentos para a construção de um estado viável**. Fortaleza: IG PA, 2002. 157p.

LEMOS, José de Jesus Sousa. **Exclusão social no Brasil**: radiografia da década de noventa. Fortaleza. UFC/DTE. 2002. 148p. Relatório de Pesquisa.

LIMA, M. C. TONELLI. T. **Gestão dos recursos naturais**: subsídios a elaboração da Agenda 21 brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2000. 200p.

LIMA, R. Rodrigues; TOURINHO, M. Malheiros. **Várzeas do Nordeste Paraense e Pré-amazônia Maranhense**: características e possibilidades agropecuárias. Belém: FCAP, 1995. 80p

MACEDO, Eurico Teles. **O Maranhão e suas riquezas**. São Paulo: Siciliano. 2001. 258p.

MARANHÃO. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento. **Atlas do Maranhão**. São Luis, 2000. 36p

MARTINS, M.T; PESSOA, G.V.A. Isolamento de Salmonella no ambiente aquático: significado sanitário. **Revista de Microbiologia**, v. 19, p. 29-39, 1988.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**: metodologia, planejamento. São Paulo: Atlas, 1997. v. 1.

MOURA, Emanuel Gomes. **Avaliação das qualidades físicas dos solos de duas transeções na Baixada Ocidental Maranhense**. Botucatu, São Paulo. 1991. 107p. Dissertação de Mestrado.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200p.

PIRES, Maria José dos Prazeres; PEREIRA, Marilene dos Santos. **História e vida de Arari**. Arari: Departamento de Educação Cultura e Lazer, 1985. 40p.

POMPEU, C. T. **Direito de Águas**. São Paulo: Saraiva, 1997.

REBOUCAS, A. da C; BRAGA, B; TUNDISI, J. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 703p.

REBOUCAS, A. da C. **Panorama das água doce no Brasil, Rio 92: cinco anos depois**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 1997. p 59-107.

ROSA, Couto Tietre. **Química geral PH**. Goiânia: UFG 1983. 95p.

ROSS, Jurandir L. Sanches. **Geografia do Brasil**. 4. ed. São Paulo: USP, 2001. 549p.

SALATI, E. ; LEMOS, H. **A água e o desenvolvimento sustentável**. São Carlos, SP: Escritura , 2002.

SAUSEN, T. M. **Caracterização da ação antrópica num trecho do médio-baixo Vale do Rio Mearim (MA) através de imagens Landsat-TM**. São Jose dos Campos-SP: INPE. 1990. 56 p.

SILVA, Marlene F. **Nomes vulgares de plantas amazônicas**. Belém: INPA, 1977, 222p.

SIOLE, H. Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica. **Boletim do Instituto Agrônomo do Norte**, Belém, n. 24, p. 3-44. 1994.

SOARES, J. B. ; MAIA, A. C. F. **Água: microbiologia e tratamento**. Fortaleza: UFC, 1999. 215p.

SOUSA, Sergio Barreto. **Recursos hídricos da ilha do Maranhão**. Curitiba, 1997, 153f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

SOUZA, C.L; RIVERA, I.G. Resistência a antibióticos em *Eschechia coli* proveniente de Ambientes aquáticos não afetados pela atividade antropica na região Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 1995, Santos. **Anais...** Santos: 1995, p. 47.

TUCCI, Carlos E. M. Água no meio urbano. In: REBOUCAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galízia. (Org.). **Águas doces no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Escritura, 2002. cap. 14, p. 473-504.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. LABHIDRO. **Bacias hidrográficas maranhenses**. São Luis, 2003.

VALENTINI, S. R.; GOMES, T. A. T. Lack of virulence factors in Escherichia coli strains of enteropathogenic serogroups isolated from water. **Applied Environmet Microbiology**, v. 58, p. 412-414, 1997.

WAIBEL, L. **Capítulos de geografia tropical e do Brasil**. Rio de Janeiro: Coment, 1996. 326p.

ZAMBERLAM, Jurandir. **Agricultura Ecologia: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 214p.

ZUCCARI, M. L. **Determinação de fatores abióticos e bióticos do Ribeirão Lavapés - Botucatu-SP**. 1992, 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992, 113p.

**A P Ê N D I C E S**

APÊNDICE A - Questionário sócio-ambiental aplicado junto à população de Arari-MA

- 1. Sexo:**  Masculino  Feminino
- 2. Faixa etária.**  
 até 20 anos  21 a 30 anos  31 a 40 anos  
 41 a 50 anos  maior de 51 anos
- 3. Tempo de moradia:** \_\_\_\_\_ anos
- 4. Você utiliza o rio?**  Sim  Não
- 5. Forma de utilização do rio.**  
 Banho  Pesca  lavagem de roupa  
 Plantação  Navegação  outros \_\_\_\_\_
- 6. Com que frequência você utiliza o rio?**  
 Diária  Semanal  Mensal  outros \_\_\_\_\_
- 7. O que lhe chama mais atenção no rio?**  
 as cheias  a vegetação  nada  
 a paisagem  as margens  outros \_\_\_\_\_
- 8. Que aspectos vêm comprometendo o rio?**  
 lixo  esgoto  queimadas  assoreamento  
 desmatamento  sem resposta  outros \_\_\_\_\_
- 9. Qual a sugestão para a melhoria do rio?**  
 reflorestamento  limpeza  fiscalização  
 conscientização  saneamento básico  recuperação
- 10. Qual a sua opinião sobre o futuro do rio?**  
 secar  aumentar a poluição  conservar  
 nenhuma  outros \_\_\_\_\_
- 11. Você conhece algum projeto que visa a recuperação do rio?**  
 Sim  Não Qual? \_\_\_\_\_
- 12. Existe coleta regular do lixo?**  
 Sim Qual o período de coleta o lixo? \_\_\_\_\_  
 Não. Qual o destino do lixo? \_\_\_\_\_
- 13. Quais os tipos de empreendimentos implantou-se às margens do rio?**  
 Projetos agrícolas  Pequenas roças  
Qual a finalidade?  
 Consumos  Comércio  Consumos / Comércio
- 14. Que produtos cultivam às margens do rio?**  
 Arroz  Feijão  Mandioca  Milho

## APÊNDICE B - Questionário sócio-econômico aplicado junto à população de Arari-MA

- 1. Sexo:**  Masculino  Feminino
- 2. Grau de instrução.**  
 1º grau incompleto  2º grau incompleto  Superior  
 1º grau completo  2º grau completo
- 3. Renda familiar:**  
 até ½ s.m  de 2 a 3 s.m  acima de 5 s.m  
 de 1 a 2 s.m  de 4 a 5 s.m
- 4. Características do domicílio:**  
 Alvenaria  Taipa  Outro tipo de construção
- 5. Cobertura do domicílio.**  
 telha comum  palha de babaçu  Outro tipo de cobertura
- 6. Qual a profissão do chefe da família?**  
 agricultor  pescador  pensionista  
 comerciário  funcionário público  autônomo  outro
- 7. Quanto tempo exerce a função?**  
 até 1 ano  de 1 a 10 anos  de 10 a 20 anos  de 20 anos
- 8. Alguém mais na família exerce atividade profissional ?**  
 esposo (a)  agregado parente  filho (a)  outro
- 9. Quantos filhos possuem?**  
 1 a 3  3 – 6  6 a 10  mais de 10
- 10. Eletrodomésticos que possuem em casa?**  
 geladeira  liquidificador  fogão  TV  
 antena parabólica  telefone  ferro de passar roupas
- 11. Residência possui água encanada?**  
 Sim  Não
- 12. Procedência da água consumida pela família**  
 Fornecida pela empresa de águas e esgoto do Maranhão (CAEMA)  
 retirada do poço ou cacimba  outras fontes de água
- 13. Tratamento de água consumida pela família**  
 filtrada  não trata a água

**A N E X O S**

## ANEXO A – Lei das águas

### **Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

#### TÍTULO I

#### DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

##### CAPÍTULO I

##### DOS FUNDAMENTOS

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IX - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

IV - a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

##### CAPÍTULO II

##### DOS OBJETIVOS

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

##### CAPÍTULO III

##### DAS DIRETRIZES GERAIS DE AÇÃO

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

## CAPÍTULO IV

### DOS INSTRUMENTOS

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - os Planos de Recursos Hídricos;

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água,

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

### SEÇÃO I

#### DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 6º Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Art. 7º Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;

II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;

III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;

IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;

V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;

VI - (VETADO)

VII - (VETADO)

VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;

IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Art. 8º Os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

### SEÇÃO II

#### DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES, SEGUNDO OS USOS PREPONDERANTES DA ÁGUA

Art. 9º O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa a:

I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;

II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Art. 10. As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental.

### SEÇÃO III

#### DA OUTORGA DE DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 11. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

§ 2º A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida a disciplina da legislação setorial específica.

Art. 13. Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

Parágrafo único. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes.

Art. 14. A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal.

§ 1º O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União.

§ 2º (VETADO)

Art. 15. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

II - ausência de uso por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

Art. 16. Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.

Art. 17. (VETADO)

Art. 18. A outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso.

## SEÇÃO IV

### A COBRANÇA DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 19. A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - incentivar a racionalização do uso da água;

III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Art. 20. Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, nos termos do art. 12 desta Lei.

Parágrafo único. (VETADO)

Art. 21. Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros:

I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente.

Art. 22. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a sete e meio por cento do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

§ 3º (VETADO)

Art. 23. (VETADO)

## SEÇÃO V

### DA COMPENSAÇÃO A MUNICÍPIOS

Art. 24. (VETADO)

## SEÇÃO VI

### DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 25. O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Parágrafo único. Os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos serão incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Art. 26. São princípios básicos para o funcionamento do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:

I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;

II - coordenação unificada do sistema;

III - acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade.

Art. 27. São objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos:

I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;

II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;

III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

## CAPÍTULO V

### DO RATEIO DE CUSTOS DAS OBRAS DE USO MÚLTIPLO, DE INTERESSE COMUM OU COLETIVO

Art. 28. (VETADO)

## CAPÍTULO VI

### DA AÇÃO DO PODER PÚBLICO

Art. 29. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, compete ao Poder Executivo Federal:

I - tomar as providências necessárias à implementação e ao funcionamento do Sistema de Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

II - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos, e regulamentar e fiscalizar os usos, na sua esfera de competência;

III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito nacional;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Parágrafo único. O Poder Executivo Federal indicará, por decreto, a autoridade responsável pela efetivação de outorgas de direito de uso dos recursos hídricos sob domínio da União.

Art. 30. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe aos Poderes Executivos Estaduais e do Distrito Federal, na sua esfera de competência:

I - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos e regulamentar e fiscalizar os seus usos;

II - realizar o controle técnico das obras de oferta hídrica;

III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito estadual e do Distrito Federal;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Art. 31. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

## TÍTULO II

### DO SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

#### CAPÍTULO I

## DOS OBJETIVOS E DA COMPOSIÇÃO

Art. 32. Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos: I - coordenar a gestão integrada das águas;

II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;

IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;

II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;

III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;

IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;

V - as Agências de Água.

## CAPÍTULO II

### DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 34. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é composto por:

I - representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos;

II - representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

III - representantes dos usuários dos recursos hídricos;

IV - representantes das organizações civis de recursos hídricos.

Parágrafo único. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá ceder à metade mais um do total dos membros do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 35. Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos:

I - promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários;

II - arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

III - deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;

IV - deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

V - analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;

VI - estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VII - aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

VIII - (VETADO)

IX - acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

X - estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.

Art. 36. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos será gerido por:

I - um Presidente, que será o Ministro titular do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

II - um Secretário Executivo, que será o titular do órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

### CAPÍTULO III

#### DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Art. 37. Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Parágrafo único. A instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica em rios de domínio da União será efetivada por ato do Presidente da República.

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos; III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

Art. 39. Os Comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes:

I - da União;

II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;

III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

IV - dos usuários das águas de sua área de atuação;

V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

§ 1º O número de representantes de cada setor mencionado neste artigo, bem como os critérios para sua indicação, serão estabelecidos nos regimentos dos comitês, limitada a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios à metade do total de membros.

§ 2º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteira e transfronteira de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores.

§ 3º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias cujos territórios abranjam terras indígenas devem ser incluídos representantes:

I - da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, como parte da representação da União;

II - das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

§ 4º A participação da União nos Comitês de Bacia Hidrográfica com área de atuação restrita a bacias de rios sob domínio estadual, dar-se-á na forma estabelecida nos respectivos regimentos.

Art. 40. Os Comitês de Bacia Hidrográfica serão dirigidos por um Presidente e um Secretário, eleitos dentre seus membros.

#### CAPÍTULO IV

##### DAS AGÊNCIAS DE ÁGUA

Art. 41. As Agências de Água exercerão a função de secretaria executiva do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Art. 42. As Agências de Água terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica. Parágrafo único. A criação das Agências de Água será autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Art. 43. A criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos:

I - prévia existência do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação.

Art. 44. Compete às Agências de Água no âmbito de sua área de atuação:

I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;

II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;

III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;

V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação;

VI - gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação;

VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências;

VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

IX - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação;

X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica;

XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica:

a) o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes;

b) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos;

c) o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

d) o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

#### CAPÍTULO V

##### DA SECRETARIA EXECUTIVA DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 45. A Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos será exercida pelo órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

Art. 46. Compete à Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos:

- I - prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- II - coordenar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos e encaminhá-lo à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- III - instruir os expedientes provenientes dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- IV - coordenar o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;
- V - elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

## CAPÍTULO VI

### DAS ORGANIZAÇÕES CIVIS DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 47. São consideradas, para os efeitos desta Lei, organizações civis de recursos hídricos:

- I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas;
- II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos;
- III - organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos;
- IV - organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade;
- V - outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Art. 48. Para integrar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, as organizações civis de recursos hídricos devem ser legalmente constituídas.

## TÍTULO III

### DAS INFRAÇÕES E PENALIDADES

Art. 49. Constitui infração das normas de utilização de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos:

- I - derivar ou utilizar recursos hídricos para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso;
- II - iniciar a implantação ou implantar empreendimento relacionado com a derivação ou a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, que implique alterações no regime, quantidade ou qualidade dos mesmos, sem autorização dos órgãos ou entidades competentes;
- III - (VETADO)
- IV - utilizar-se dos recursos hídricos ou executar obras ou serviços relacionados com os mesmos em desacordo com as condições estabelecidas na outorga;
- V - perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização;
- VI - fraudar as medições dos volumes de água utilizados ou declarar valores diferentes dos medidos;
- VII - infringir normas estabelecidas no regulamento desta Lei e nos regulamentos administrativos, compreendendo instruções e procedimentos fixados pelos órgãos ou entidades competentes;
- VIII - obstar ou dificultar a ação fiscalizadora das autoridades competentes no exercício de suas funções.

Art. 50. Por infração de qualquer disposição legal ou regulamentar referentes à execução de obras e serviços hidráulicos, derivação ou utilização de recursos hídricos de domínio ou administração da União, ou pelo não atendimento das solicitações feitas, o infrator, a critério

da autoridade competente, ficará sujeito as seguintes penalidades, independentemente de sua ordem de enumeração:

I - advertência por escrito, na qual serão estabelecidos prazos para correção das irregularidades;

II - multa, simples ou diária, proporcional à gravidade da infração, de R\$100,00 (cem reais) a R\$10.000,00 (dez mil reais);

III - embargo provisório, por prazo determinado, para execução de serviços e obras necessárias ao efetivo cumprimento das condições de outorga ou para o cumprimento de normas referentes ao uso, controle, conservação e proteção dos recursos hídricos;

IV - embargo definitivo, com revogação da outorga, se for o caso, para repor incontinenti, no seu antigo estado, os recursos hídricos, leitos e margens, nos termos dos arts. 58 e 59 do Código de Águas ou tamponar os poços de extração de água subterrânea.

§ 1º Sempre que da infração cometida resultar prejuízo a serviço público de abastecimento de água, riscos à saúde ou à vida, perecimento de bens ou animais, ou prejuízos de qualquer natureza a terceiros, a multa a ser aplicada nunca será inferior à metade do valor máximo cominado em abstrato.

§ 2º No caso dos incisos III e IV, independentemente da pena de multa, serão cobradas do infrator as despesas em que incorrer a Administração para tornar efetivas as medidas previstas nos citados incisos, na forma dos arts. 36, 53, 56 e 58 do Código de Águas, sem prejuízo de responder pela indenização dos danos a que der causa.

§ 3º Da aplicação das sanções previstas neste título caberá recurso à autoridade administrativa competente, nos termos do regulamento.

§ 4º Em caso de reincidência, a multa será aplicada em dobro.

## TÍTULO IV

### DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 51. Os consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas mencionados no art. 47 poderão receber delegação do Conselho Nacional ou dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, por prazo determinado, para o exercício de funções de competência das Agências de Água, enquanto esses organismos não estiverem constituídos.

Art. 52. Enquanto não estiver aprovado e regulamentado o Plano Nacional de Recursos Hídricos, a utilização dos potenciais hidráulicos para fins de geração de energia elétrica continuará subordinada à disciplina da legislação setorial específica.

Art. 53. O Poder Executivo, no prazo de cento e vinte dias a partir da publicação desta Lei, encaminhará ao Congresso Nacional projeto de lei dispondo sobre a criação das Agências de Água.

Art. 54. O art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 1º .....

.....

III - quatro inteiros e quatro décimos por cento à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

IV - três inteiros e seis décimos por cento ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, do Ministério de Minas e Energia;

V - dois por cento ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

.....

§ 4º A cota destinada à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal será empregada na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e na gestão da rede hidrometeorológica nacional. § 5º A cota destinada ao DNAEE

será empregada na operação e expansão de sua rede hidrometeorológica, no estudo dos recursos hídricos e em serviços relacionados ao aproveitamento da energia hidráulica."

Parágrafo único. Os novos percentuais definidos no caput deste artigo entrarão em vigor no prazo de cento e oitenta dias contados a partir da data de publicação desta Lei.

Art. 55. O Poder Executivo Federal regulamentará esta Lei no prazo de cento e oitenta dias, contados da data de sua publicação.

Art. 56. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

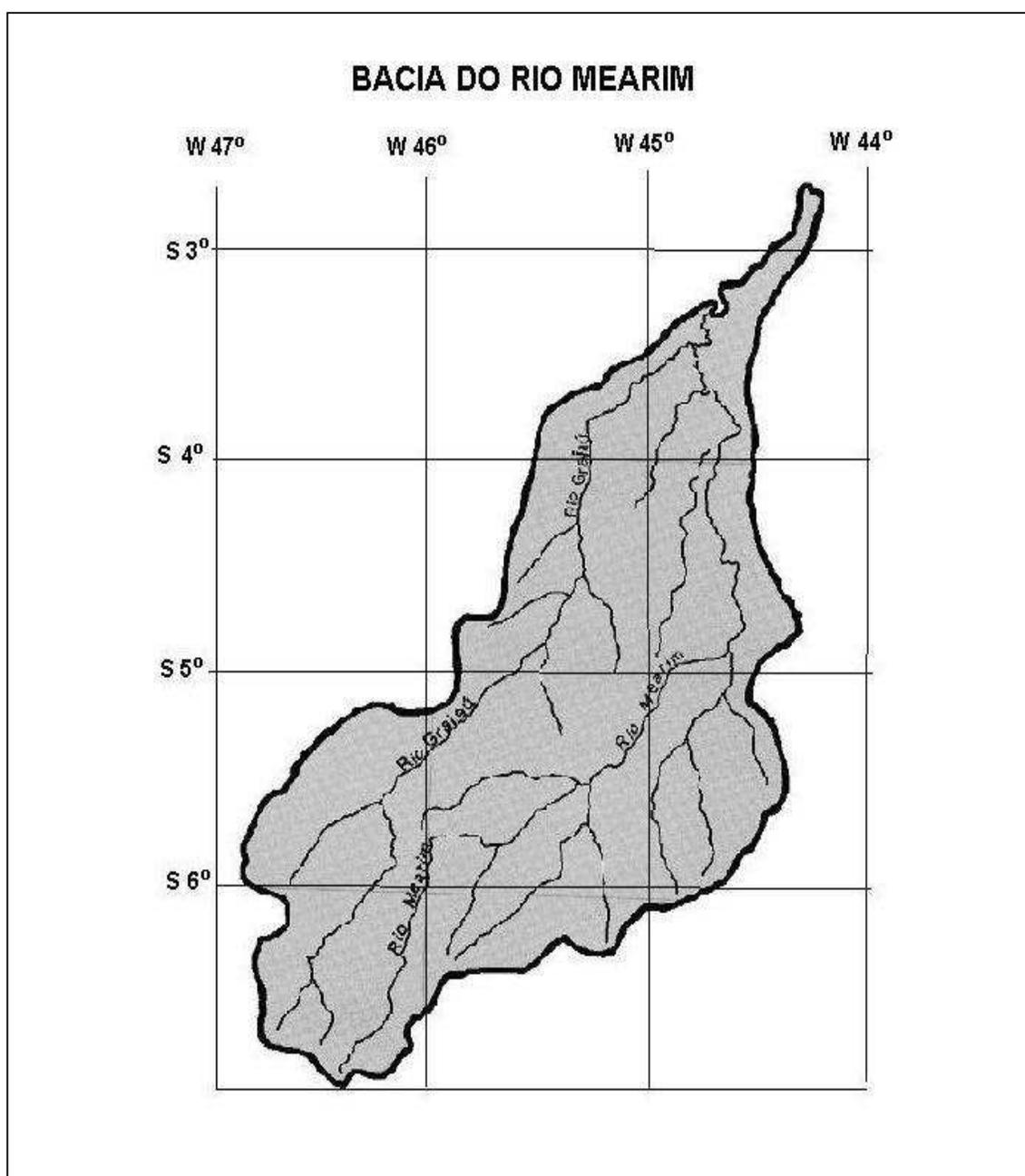
Art. 57. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 8 de janeiro de 1997; 176º da Independência e 109º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO  
Gustavo Krause

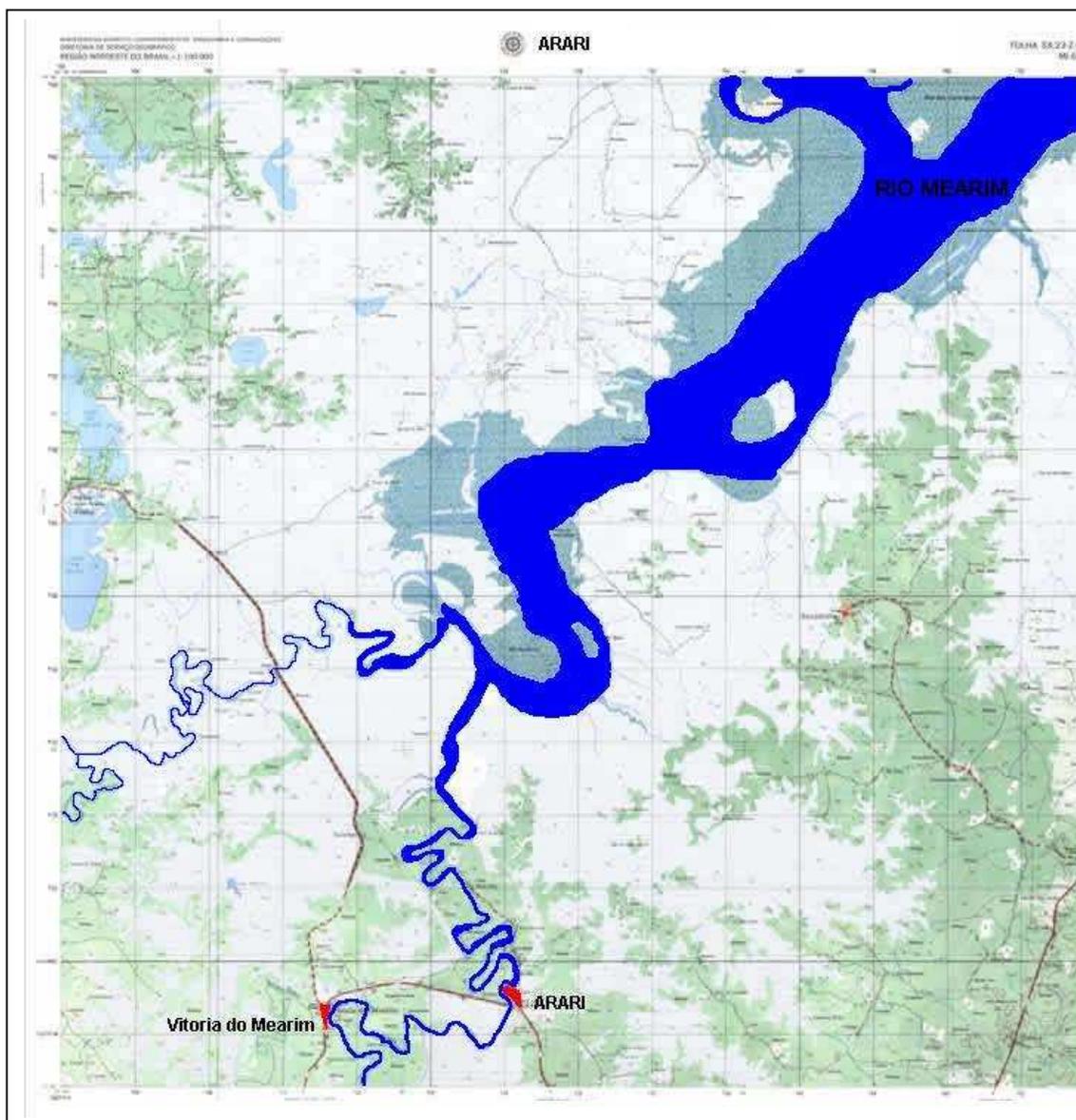


## ANEXO C - Bacia hidrográfica do rio Mearim



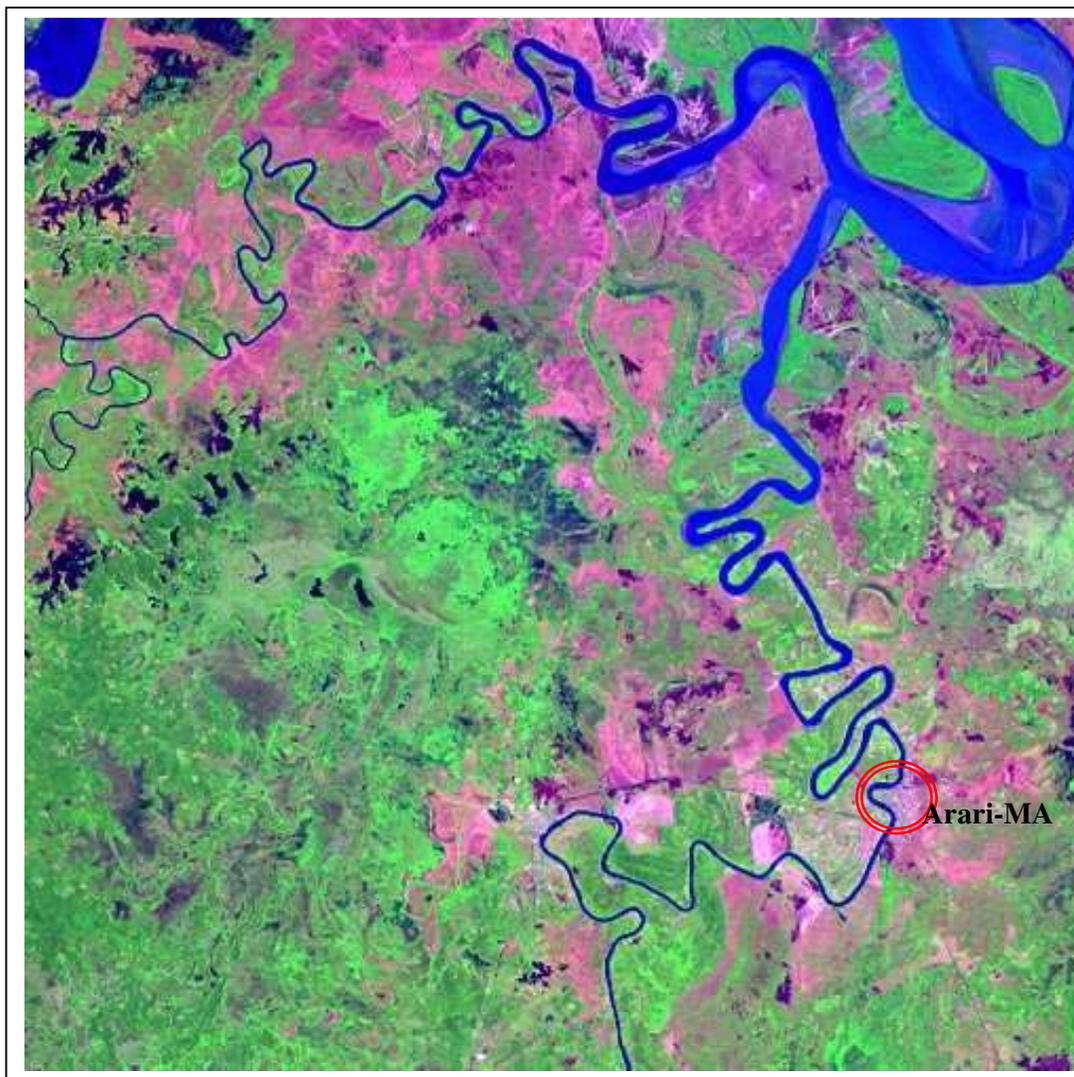
Fonte: LABOGEL (2002)

ANEXO D – Localização da cidade de Arari-Ma em relação à bacia hidrográfica do rio Mearim



Fonte: EMBRAPA (2002).

## ANEXO E - Foto de satélite da bacia hidrográfica do rio Mearim



Fonte: INPE (2002)

ANEXO F – Portaria do Ministério da Saúde relativa à qualidade da água































