

1

Panorama da  
Qualidade das  
Águas Superficiais no  
**BRASIL**



Panorama da Qualidade das  
Águas Superficiais no  
**BRASIL**

**República Federativa do Brasil**

Luiz Inácio Lula da Silva

*Presidente*

**Ministério do Meio Ambiente – MMA**

Marina Silva

*Ministra*

**Agência Nacional de Águas – ANA**

Diretoria Colegiada

José Machado – *Diretor-Presidente*

Benedito Braga

Oscar Cordeiro Netto

Bruno Pagnoccheschi

Dalvino Troccoli Franca

**Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos**

João Gilberto Lotufo Conejo

**Agência Nacional de Águas  
Ministério do Meio Ambiente**

CADERNOS DE RECURSOS HÍDRICOS 1

Panorama da Qualidade das  
Águas Superficiais no  
**BRASIL**

**EQUIPE TÉCNICA**

João G. L. Conejo – Coordenação Geral  
Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos

Marcelo Pires da Costa – Coordenação Executiva

Ana Catarina Nogueira da C. Silva  
João Augusto B. Burnett  
Moema Versiani Acselrad

**COLABORADORES**

Alexandre Lima de F. Teixeira  
Elizabeth Siqueira Juliatto  
Márcia Regina Silva Cerqueira  
Vera Maria da Costa Nascimento

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos  
Brasília-DF  
2005



© 2005 Todos os direitos reservados pela Agência Nacional de Águas (ANA). Os textos contidos nesta publicação, desde que não usados para fins comerciais, poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos. As imagens não podem ser reproduzidas, transmitidas ou utilizadas sem expressa autorização dos detentores dos respectivos direitos autorais.

Agência Nacional de Águas (ANA)

Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L e M

CEP 70610-200, Brasília-DF

PABX: 2109-5400

Endereço eletrônico: <http://www.ana.gov.br>

## **Equipe editorial:**

**Supervisão editorial:** Marcelo Pires da Costa

**Elaboração dos originais:** Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

**Revisão dos originais:** Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

## **Produção:**

TDA – Desenho & Arte LTDA. – [www.tdabrasil.com.br](http://www.tdabrasil.com.br)

**Projeto gráfico, editoração e arte-final:** Beatriz Machado Faraco e Giovanna Tedesco

**Capa:** Beatriz Machado Faraco e Marcos Rebouças

**Editoração eletrônica dos originais:** Paulo Albuquerque

**Mapas temáticos:** Beatriz Machado Faraco, Tatiana Rodrigues, Thiago Rodrigues

**Fotos:** Alain Dhomé, Carlos Humberto, Eraldo Peres, Gerard Moss, Haroldo Palo Jr., José Carlos Almeida, Julio Fiadi, Margi Moss, Paulo Santos.

**Revisoras:** Yana Palankof e Rejane de Menezes

## **Catálogo na fonte – CDOC – Biblioteca**

A265p Agência Nacional de Águas (Brasil).

Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. - Brasília : ANA, SPR, 2005.

176 p. : il. (Cadernos de Recursos Hídricos ; 1)

ISBN: 85-89629-06-6

1. Recursos Hídricos. 2. Águas Superficiais. 3. Qualidade das Águas. 4. Regiões Hidrográficas. 5. Brasil. I. Série. II. Cadernos de Recursos Hídricos.

CDU 556.01(81)

# SUMÁRIO

## PREFÁCIO

APRESENTAÇÃO	9
1. INTRODUÇÃO	11
2. METODOLOGIA	15
2.1. Índice de Qualidade das Águas	16
2.2. Estimativa das cargas de esgoto doméstico e da capacidade de diluição dos corpos d'água	22
3. PANORAMA NACIONAL	25
4. PANORAMA DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS	37
4.1. Região Hidrográfica Amazônica	37
4.2. Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia	46
4.3. Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental	52
4.4. Região Hidrográfica do Parnaíba	56
4.5. Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental	60
4.6. Região Hidrográfica do São Francisco	74
4.7. Região Hidrográfica Atlântico Leste	84
4.8. Região Hidrográfica Atlântico Sudeste	90
4.9. Região Hidrográfica do Paraná	104
4.10. Região Hidrográfica do Uruguai	114
4.11. Região Hidrográfica Atlântico Sul	120
4.12. Região Hidrográfica do Paraguai	128
5. CONCLUSÃO	137
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
ANEXOS:	147
ANEXO I: Significado ambiental dos parâmetros do IQA	147
ANEXO II: Valores do Índice de Qualidade das Águas	150
ANEXO III: Qualidade das águas em função do lançamento dos esgotos domésticos	169





# PREFÁCIO

O Brasil tem muito a comemorar no Dia Mundial da Água. Ações pioneiras, modernas e concretas de gestão das águas destacam o país no cenário internacional dos recursos hídricos.

Com a inclusão do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos na Constituição de 1988, a aprovação da Lei nº 9.433 em 1997, estabelecendo a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) em 2000, a água é, definitivamente, incorporada à agenda política brasileira. O sistema hídrico nacional, construído para ser descentralizado, integrado e, principalmente, participativo permite garantir a sustentabilidade do recurso água para as gerações futuras.

Os desafios oriundos de um cenário de demandas crescentes e de preocupante degradação ambiental são grandes e devem ser enfrentados, mas temos plena consciência de que a implantação do gerenciamento de recursos hídricos deve ser vista como um processo político gradual, progressivo, com sucessivas etapas de aperfeiçoamento, respeitando-se as peculiaridades de cada bacia ou região brasileiras.

Entre os desafios a enfrentar, a qualidade da água está entre os mais relevantes e emblemáticos para o país. A informação esparsa ou inexistente em várias

bacias – sem redes de monitoramento adequadas em termos de frequência, parâmetros e número de pontos de amostragem para todo o território nacional – dificulta uma visão totalmente fidedigna da condição dos corpos d'água do país. Como tudo tem de ter um começo, este trabalho pretende ser um marco inicial na contribuição para o diagnóstico da qualidade das águas superficiais no Brasil.

Foram consultados, entre outros, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, os Relatórios das Redes de Monitoramento dos Estados, os Planos de Bacia e as informações das secretarias de recursos hídricos e meio ambiente dos estados brasileiros. Houve grandes dificuldades de obtenção de informações. Muita informação adicional deve existir e deverá ser agregada às análises aqui expostas para as edições futuras.

Na oportunidade, a Agência Nacional de Águas comemora o Dia da Água lançando este primeiro volume da série Cadernos de Recursos Hídricos que tem como objetivo principal a divulgação da produção técnica da ANA.

Assim, com esta publicação a ANA está cumprindo sua missão: ser a guardiã dos rios e estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão dos recursos hídricos.

Diretoria da ANA





# APRESENTAÇÃO

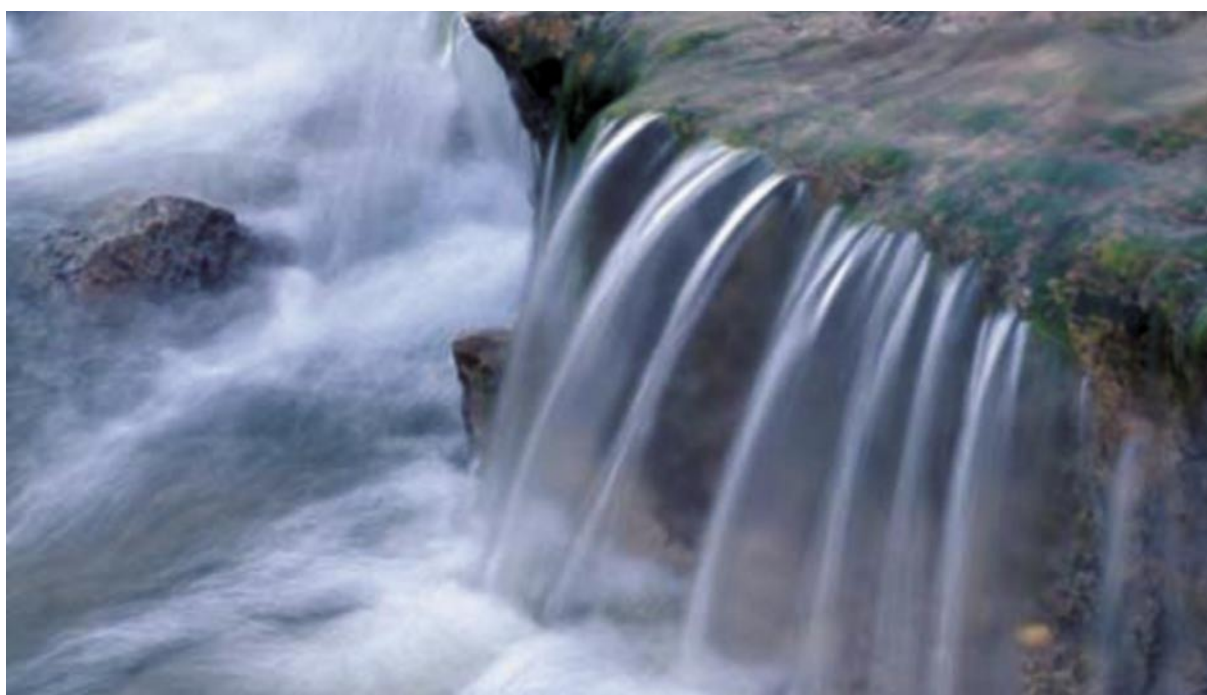
A Agência Nacional de Águas, conforme as atribuições conferidas pela sua lei de criação, tem a responsabilidade de elaborar Planos de Recursos Hídricos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos d'água, de alocação e distribuição de água e de controle da poluição hídrica. Neste contexto, cabe à Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos elaborar e manter atualizado o diagnóstico de oferta e demanda, em quantidade e qualidade, dos recursos hídricos do país.

O presente trabalho tem como objetivo contribuir para o diagnóstico da qualidade das águas superficiais nas regiões hidrográficas brasileiras, fornecendo subsídios e recomendações para ações dos órgãos gestores.

A informação sobre a qualidade da água no país ainda é esparsa ou inexistente em várias bacias. Poucos estados possuem redes de monitoramento adequadas em termos de frequência, parâmetros e número de pontos de amostragem. Portanto, no momento não é possível, para todo o território nacional, obter um diagnóstico detalhado da condição dos corpos d'água do país.

Neste contexto, o presente estudo apresenta um diagnóstico da qualidade das águas superficiais nas 12 regiões hidrográficas brasileiras, correlacionando-o com as atividades econômicas preponderantes em cada região. Para a elaboração deste estudo, procedeu-se a uma revisão bibliográfica, em conjunto com o levantamento de fontes secundárias. Foram consultados, entre outros, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, os Relatórios das Redes de Monitoramento dos Estados, os Planos de Bacia e as informações das secretarias de recursos hídricos e meio ambiente dos estados.

O Capítulo 1 apresenta a Introdução, na qual são descritas as informações gerais e é apresentado um cenário dos sistemas de monitoramento de qualidade da água no Brasil. O Capítulo 2 apresenta a Metodologia empregada no estudo. O Capítulo 3 caracteriza os principais problemas relacionados à qualidade dos corpos d'água superficiais no país. Neste capítulo, é realizada a análise do Índice de Qualidade das Águas e da capacidade de assimilação de cargas de esgoto doméstico nos principais rios do país. O Capítulo 4 apresenta um panorama da qualidade da água, mostrando as áreas críticas e as principais fontes de poluição em cada região hidrográfica. As conclusões deste estudo são expostas no Capítulo 5.



Haroldo Palo Jr.







# 1. INTRODUÇÃO

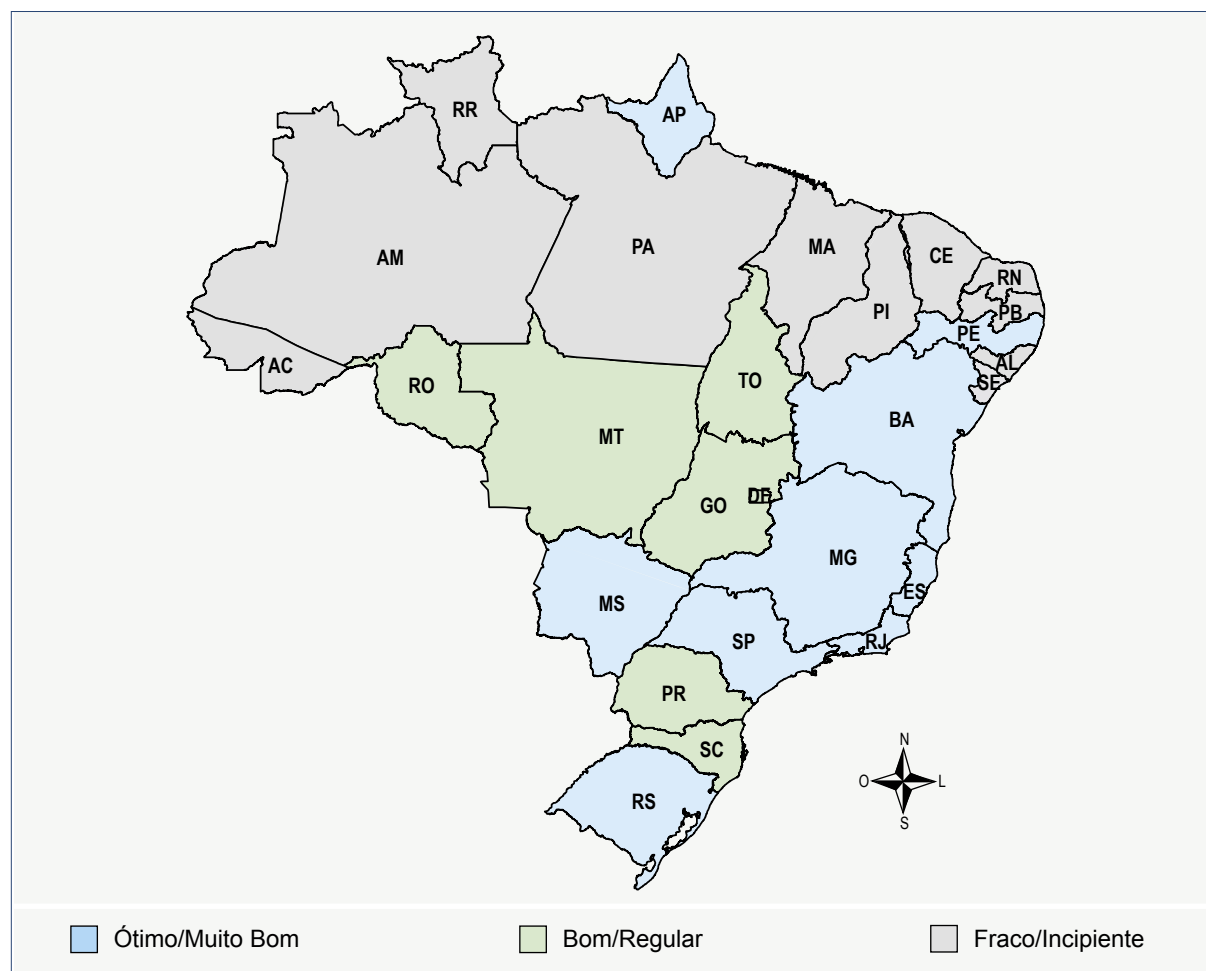
A importância da qualidade da água está bem conceituada na Política Nacional de Recursos Hídricos, que define, dentre seus objetivos, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Art. 2º, Cap. II, Tit. I, Lei nº 9.433).

A Política Nacional de Recursos Hídricos também determina, como uma das diretrizes de ação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, “a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade e a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental” (Art 3º, Cap. III, Tit. I, Lei nº 9.433).

Apesar de sua importância, a gestão da qualidade da água no país não tem historicamente merecido o mesmo destaque dado à gestão da quantidade de

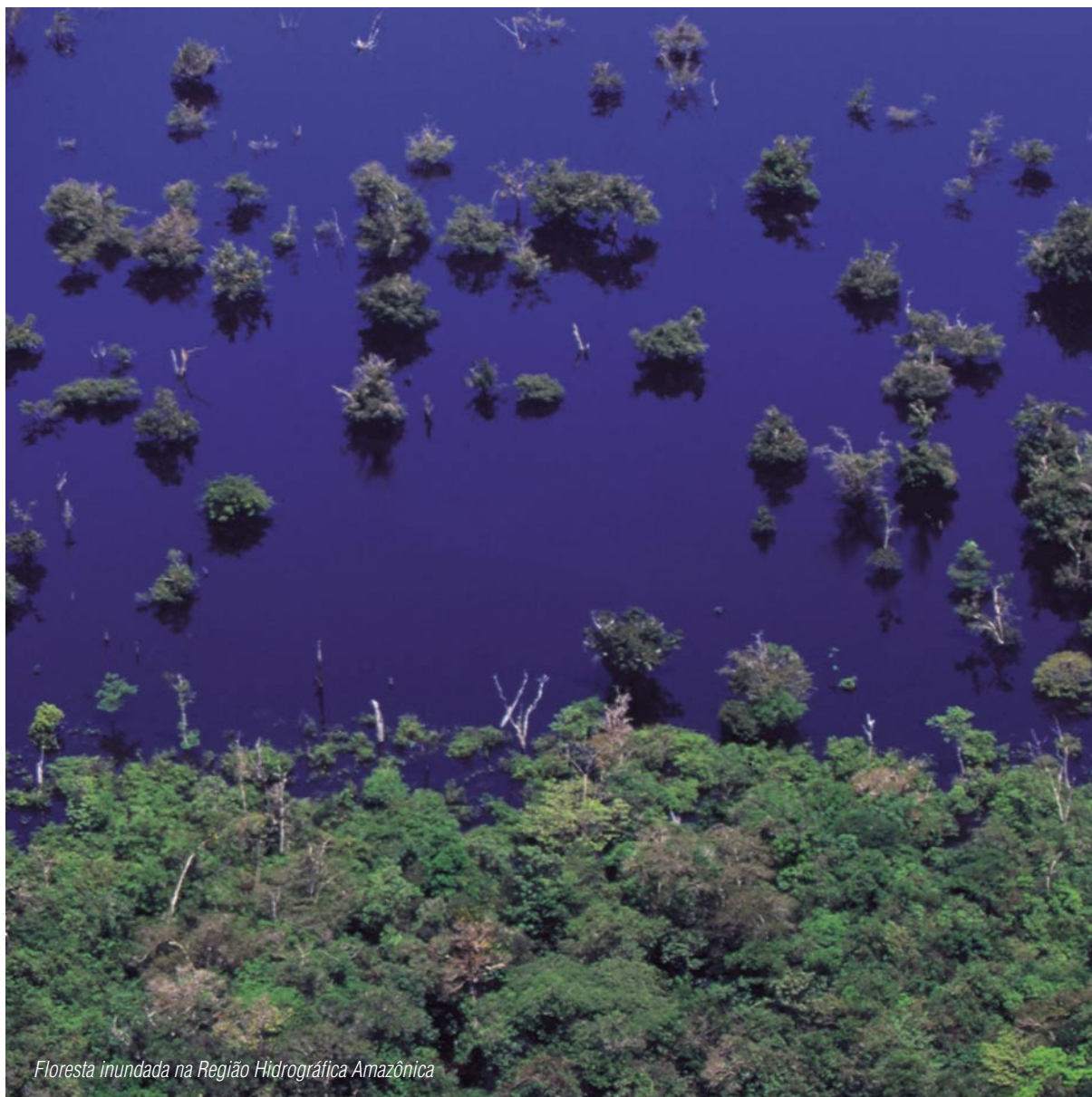
água, quer no aspecto legal, quer nos arranjos institucionais em funcionamento no setor, quer no planejamento e na operacionalização dos sistemas de gestão (PORTO, 2002)<sup>63</sup>.

A informação sobre a qualidade da água no país ainda é insuficiente ou inexistente em várias bacias. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, apenas nove unidades da Federação possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água considerados ótimos ou muito bons; cinco possuem sistemas bons ou regulares; e treze apresentam sistemas fracos ou incipientes (Figura 1). Esse levantamento, efetuado entre outubro de 2000 e julho de 2001, agrupou os estados de acordo com quatro aspectos: porcentagem das bacias hidrográficas monitoradas, tipos de parâmetros analisados, frequência de amostragem e forma de disponibilização da informação pelos estados (MMA, 2002)<sup>14</sup>.



Fonte: (MMA, 2002)<sup>14</sup>

**Figura 1– Nível de implementação do monitoramento da qualidade das águas nas unidades da Federação**



Haroldo Paio Jr.

*Floresta inundada na Região Hidrográfica Amazônica*

As redes estaduais contam com cerca de 1.500 pontos de monitoramento, que analisam de 3 a 50 parâmetros de qualidade da água, dependendo da unidade da Federação (Tabela 1).

Além do monitoramento realizado pelos estados, existe também a Rede Hidrometeorológica Nacional, que conta atualmente com 1.671 pontos de monitoramento de qualidade da água cadastrados no banco de dados Hidro, operados sob responsabilidade de diversas entidades. Dentre os pontos em operação, 485 (29%) estão sob a responsabilidade da ANA, e os demais 1.186 (71%) dividem-se entre outras 24 entidades estaduais e federais. Na sua maioria, os pontos de monitoramento estão localizados nas regiões Sul e Sudeste (Figura 2). A periodicidade de monitoramento da maioria dos

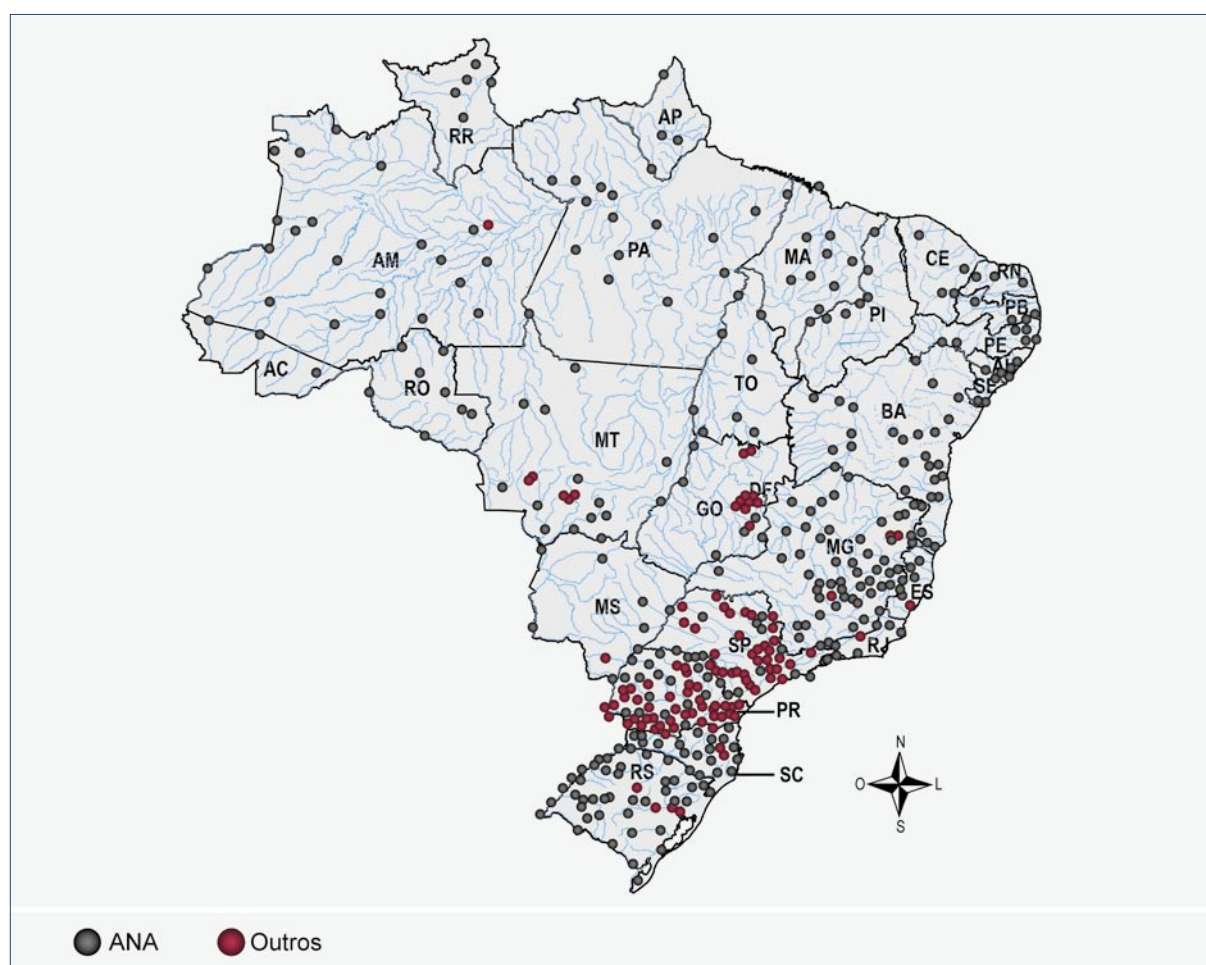
pontos é trimestral. Nas campanhas são avaliados cinco parâmetros: pH, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e oxigênio dissolvido, além da determinação de vazão.

Em termos gerais, considerando-se as redes estaduais e a Rede Hidrometeorológica Nacional, observa-se que apenas a região Sudeste possui uma condição adequada de monitoramento da qualidade da água. As demais regiões apresentam-se bastante inferiores nesse quesito, com destaque para as regiões Norte e Nordeste. Essas limitações no monitoramento dificultam o diagnóstico detalhado da qualidade dos corpos d'água do país. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um panorama da qualidade das águas superficiais do país, utilizando-se das informações disponíveis.

**Tabela 1 – Redes de monitoramento da qualidade da água nas unidades da Federação**

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	ENTIDADE RESPONSÁVEL	Nº DE PONTOS DE COLETA	Nº DE PARÂMETROS	Nº DE COLETAS POR ANO
MINAS GERAIS	Igam, Feam, Cetec	242	50	4
SÃO PAULO	Cetesb	241	50	6
BAHIA	CRA	232	43	1-3
RIO DE JANEIRO	Feema	143	21	6
PARANÁ	Sudersa, IAP	127	14	1-4
CEARÁ	Cogerh/Semace	115	3	4
RIO GRANDE DO SUL	Fepam, Corsan, Dmae	88	32	1-4
ESPÍRITO SANTO	Seama	75	15	3
MATO GROSSO DO SUL	Imap	74	20	3
PERNAMBUCO	CPRH	69	10	6
DISTRITO FEDERAL	Caesb	56	15	12
PARAÍBA	Sudema	39	16	2
GOIÁS	Agência Ambiental De Goiás	26	10	4
AMAPÁ	Sema	25	16	2
MATO GROSSO	Fema	14	19	4
<b>TOTAL</b>		<b>1.566</b>	<b>----</b>	<b>----</b>

Fonte: AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS (2004)<sup>2</sup>; Cetesb (2003)<sup>75</sup>; Sema (2004)<sup>8</sup>; Igam (2003)<sup>53</sup>; CRA (2002)<sup>10</sup>; Sudersa (2004)<sup>56</sup>; Fepam (2004)<sup>72</sup>; Seama (2004)<sup>81</sup>; Fema (2004)<sup>52</sup>; Imap (2003)<sup>46</sup>; Feema (2004)<sup>71</sup>; Caesb (2004)<sup>27</sup>; CPRH (2004)<sup>3</sup>; Sudema (2005)<sup>90</sup>.  
 (Observação: o número de pontos de coleta não inclui os pontos de balneabilidade das praias e de monitoramento de sedimentos).



**Figura 2 – Pontos de monitoramento de qualidade das águas da Rede Hidrometeorológica Nacional operados pela ANA e por outras entidades**





*Vista aérea — Represa Billings-SP*

## 2. METODOLOGIA

O estudo utilizou como recorte geográfico a Divisão Hidrográfica Nacional, estabelecida pela Resolução CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003, que define 12 regiões hidrográficas para o país (Figura 3).

Foram utilizados dados secundários disponíveis em Relatórios das Redes de Monitoramento dos Estados, Planos Estaduais de Recursos Hídricos, Planos de Bacia e informações das secretarias de recursos hídricos e meio ambiente dos estados, entre outros.

Obviamente, considerando-se as limitações de informação, qualquer diagnóstico em um país tão grande e diverso como o Brasil é sempre parcial. No entanto, julgamos ser essa uma abordagem necessária e essencial para que se possa gradualmente atingir níveis mais detalhados de análise.

Como indicador da contaminação orgânica por esgotos domésticos e industriais, foi adotado o Índice de Qualidade das Águas, atualmente utilizado por dez unidades da Federação.

Os índices de qualidade das águas são úteis quando existe a necessidade de sintetizar a informação sobre vários parâmetros físico-químicos, visando informar o público leigo e orientar as ações de gestão da qualidade da água. Entre as vantagens do uso de índices destacam-se a facilidade de comunicação com o público não técnico e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número. Em contrapartida, a principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre elas (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.



Figura 3 – Regiões hidrográficas do Brasil



Além do uso do IQA, também foi feita uma estimativa das cargas de esgoto doméstico urbano e da capacidade de assimilação desta carga pelos rios, o que serve como um indicador indireto do IQA daqueles estados que não possuem rede de monitoramento.

Informações sobre outros tipos de poluição (mineração, efluentes industriais, agricultura, etc.) foram ob-

tidas em diversas fontes (Relatórios das Redes de Monitoramento dos Estados, Planos Estaduais de Recursos Hídricos, Planos de Bacia, etc.).

Ambos os indicadores utilizados (Índice de Qualidade das Águas e Estimativa das Cargas de Esgoto e da Capacidade de Diluição dos Corpos d'Água) são descritos a seguir:

## 2.1. Índice de Qualidade das Águas

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi elaborado em 1970 pelo National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos, a partir de uma pesquisa de opinião realizada com especialistas em qualidade de águas. Nessa pesquisa, cada especialista indicou os parâmetros a serem avaliados, seu peso relativo e a condição em que se apresenta cada parâmetro.

No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) de São Paulo utiliza, desde 1975, uma versão do IQA adaptada da versão original do National Sanitation Foundation. Nessa adequação feita pela Cetesb, o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total, e o parâmetro fosfato total foi substituído por fósforo total, mantendo-se os mesmos pesos ( $w = 0,10$ ) e curvas de qualidade estabelecidos pela NSF. Nos quase trinta anos que se seguiram, outros estados brasileiros adotaram esse índice como principal indicador da condição de seus corpos d'água.

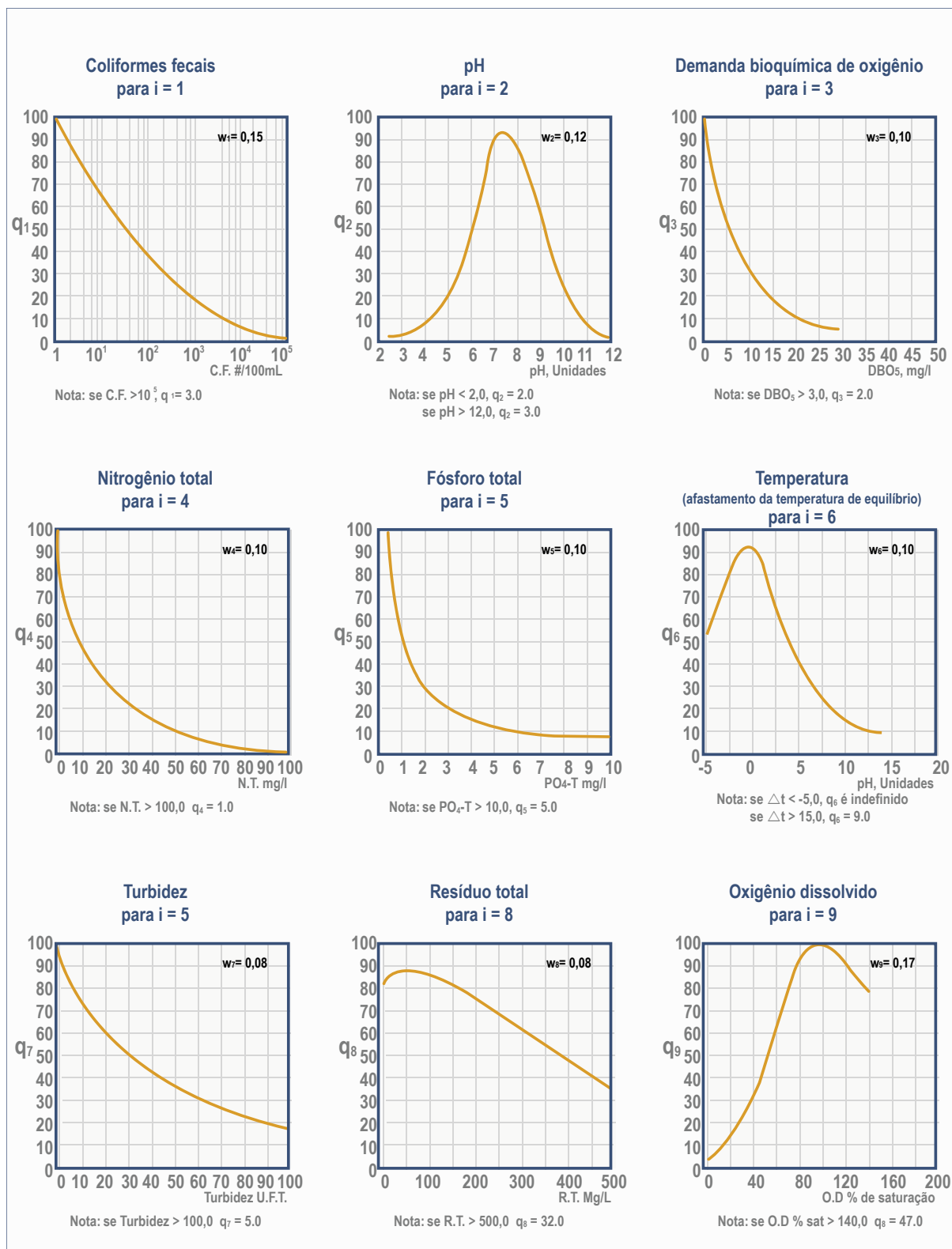
Os parâmetros de qualidade que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que esse índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos ( $w$ ), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (Tabela 2).

Além de seu peso ( $w$ ), cada parâmetro possui um valor de qualidade ( $q$ ), obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida (Figura 4).

**Tabela 2 – Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e respectivos pesos**

PARÂMETROS	PESOS
Oxigênio dissolvido	$w = 0,17$
Coliformes fecais	$w = 0,15$
Potencial hidrogeniônico (pH)	$w = 0,12$
Demanda bioquímica de oxigênio ( $DBO_{5,20}$ )	$w = 0,10$
Temperatura	$w = 0,10$
Nitrogênio total	$w = 0,10$
Fósforo total	$w = 0,10$
Turbidez	$w = 0,08$
Resíduo total	$w = 0,08$



Fonte: (Imap, 2003)<sup>46</sup>.

Figura 4 – Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA



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

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

onde:

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

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






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

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

sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Tabela 3).

**Tabela 3 – Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas nos estados brasileiros**

VALOR DO IQA (Estados: AP, MG, MT, PR, RS)	VALOR DO IQA (Estados: BA, GO, ES, MS, SP)	QUALIDADE DA ÁGUA	COR
91-100	80 - 100	Ótima	
71-90	52 - 79	Boa	
51-70	37 - 51	Aceitável	
26-50	20 - 36	Ruim	
0-25	0 - 19	Péssima	

No Anexo I, é apresentado o significado ambiental dos parâmetros do IQA segundo a Cetesb (2003)<sup>75</sup>.

Com relação aos parâmetros e à fórmula de cálculo do IQA, também existem diferenças entre as unidades da Federação. No Rio Grande do Sul foi retirado o parâmetro temperatura do cálculo do IQA. Alguns estados (ex.: Amapá, Minas Gerais e Mato Grosso) utilizam os parâmetros fosfato total e nitrato total. Outros estados (ex.: Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul) utilizam o fosfato total e o nitrogênio total, e os Estados de São Paulo e Paraná utilizam o fósforo total e o nitrogênio total. Apesar dessas diferenças, foi considerado que os valores do IQA não sofrem uma influência significativa das formas de nitrogênio e fósforo que pudesse impedir uma comparação.

Alguns estados (ex.: Mato Grosso do Sul) apresentam os valores do IQA na forma de percentil 20%, o que significa que durante 80% do tempo o ponto monitorado apresentou qualidade da água igual ou superior ao valor do IQA 20%. Neste caso, esses

valores não foram considerados, sendo utilizados os valores mensais do IQA para o cálculo do IQA médio anual.

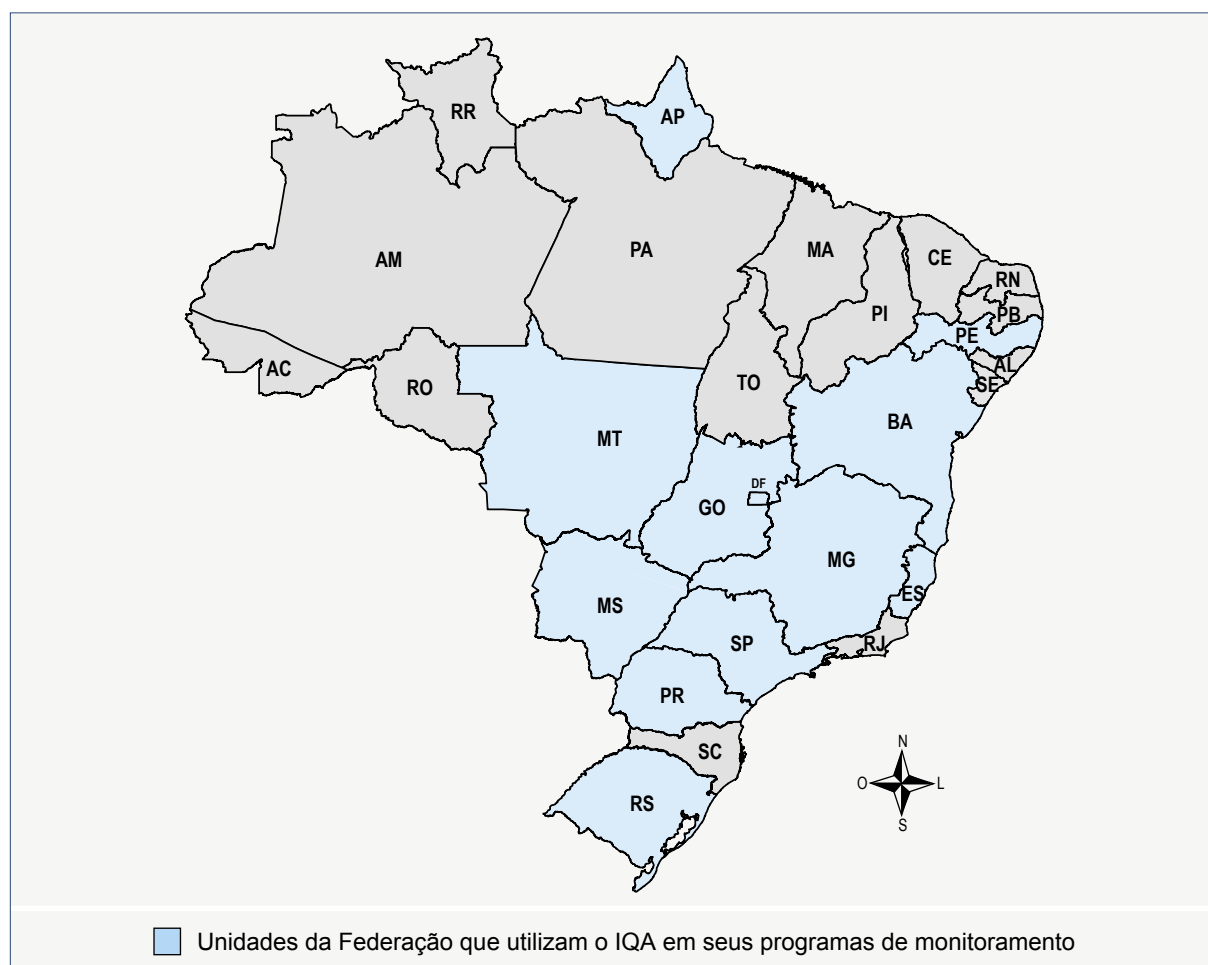
Como já mencionado anteriormente, os nove parâmetros que compõem o IQA refletem, principalmente, a poluição causada pelo lançamento de esgotos domésticos e cargas orgânicas de origem industrial. As atividades agrícolas e industriais, entre outras, também geram um maior número de poluentes (ex.: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), que não são analisados pelo IQA. Sendo assim, a avaliação da qualidade da água, obtida pelo IQA, apresenta limitações, entre elas a de considerar apenas sua utilização para o abastecimento público. Além disso, mesmo se considerando apenas o uso para abastecimento público, o IQA não analisa outros parâmetros importantes para esse uso, tais como os compostos orgânicos com potencial mutagênico, as substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, o potencial de formação de trihalometanos e a presença de parasitas patogênicos (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

Em virtude dessas limitações do IQA e da necessidade de se avançar no uso e no desenvolvimento de novas ferramentas para o controle e o gerenciamento dos recursos hídricos, a Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo criou um grupo de trabalho que envolveu outras instituições, tais como empresas de saneamento, universidades e institutos de pesquisa, com o objetivo de desenvolver um novo Índice Básico de Qualidade da Água. Durante esses trabalhos, foram realizados levantamentos na literatura nacional e internacional sobre o assunto, além de simulações com os dados já existentes da rede de monitoramento. O produto resultante do trabalho desse grupo foi a elaboração de dois novos índices: o Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

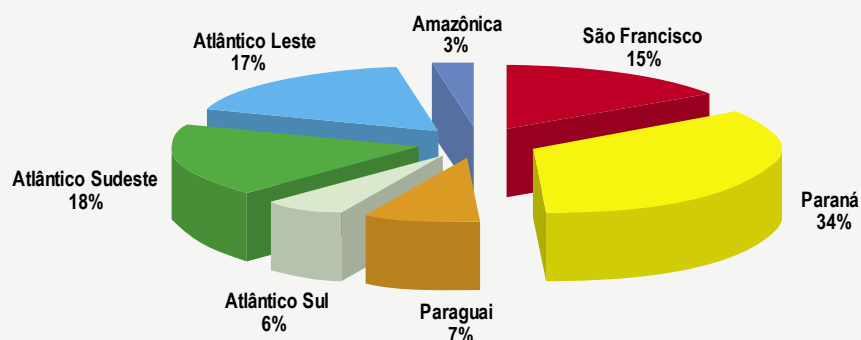
Atualmente, apenas o Estado de São Paulo utiliza esses índices na sua rede de monitoramento, não sendo possível uma análise nacional com esses

indicadores. Os índices IAP e IVA envolvem análises mais específicas de parâmetros, que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cobre, zinco, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio, níquel e surfactantes) e parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

Atualmente, 11 estados (Figura 5) utilizam o Índice de Qualidade das Águas (IQA) como indicador da condição dos corpos d'água (Amapá, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo), além do Distrito Federal. Essas 12 unidades da Federação representam cerca de 60% da população do país, e os dados de monitoramento englobam 7 das 12 regiões hidrográficas brasileiras (Atlântico Sul, Paraguai, Atlântico Sudeste, São Francisco, Paraná, Atlântico Leste, Amazônica).



**Figura 5 – Unidades da Federação que utilizam o Índice de Qualidade das Águas em seus programas de monitoramento**



**Figura 6 – Distribuição percentual dos pontos de monitoramento em que é calculado o Índice de Qualidade das Águas nas regiões hidrográficas**

No Distrito Federal, a fórmula de cálculo e os parâmetros do IQA são diferentes das demais unidades da Federação, e, por esse motivo, esses valores não foram incluídos neste estudo.

Em Pernambuco, o IQA começou a ser usado pela Agência Estadual de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos (CPRH) apenas no rio Ipojuca, dentro do projeto Monitoramento da Qualidade da Água como Instrumento de Controle Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos no Estado de Pernambuco, financiado pelo Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA II).

Para análise dos valores do Índice de Qualidade das Águas de todo o país, foram consultados os relatórios de qualidade de água dos estados e obtidos os valores médios do IQA para o ano de 2002, com exceção dos Estados da Bahia e do Paraná, nos quais foram utilizados os dados de 2001, e de Mato Grosso, em que foram utilizados os dados de 2003 (Tabela 4).

Os dados do Rio Grande do Sul, do Espírito Santo e de Mato Grosso foram obtidos diretamente dos órgãos ambientais. Para os demais estados, foram consultados os relatórios publicados (Anexo II).

**Tabela 4 – Fonte de informação e ano de monitoramento dos dados do IQA por estado**

Estado	Fonte	Ano
São Paulo	Cetesb (2003) <sup>75</sup>	2002
Amapá	Sema (2004) <sup>8</sup>	2002
Minas Gerais	Igam (2003) <sup>53</sup>	2002
Bahia	CRA (2002) <sup>10</sup>	2001
Paraná	Suderhsa (2004) <sup>56</sup>	2001
Goiás	Agência Ambiental de Goiás (2004) <sup>2</sup>	2002
Rio Grande do Sul	Fepam (2004) <sup>72</sup>	2002
Espírito Santo	Seama (2004) <sup>81</sup>	2002
Mato Grosso	Fema (2004) <sup>52</sup>	2003
Mato Grosso do Sul	Imap (2003) <sup>46</sup>	2002

Eraldo Peres



Como foi mencionado anteriormente, os Estados do Amapá, de Minas Gerais, do Paraná, de Mato Grosso e do Rio Grande do Sul utilizam faixas de classificação do IQA definidas pela National Sanitation Foundation (Tabela 2). Nesses casos, para possibilitar a comparação, os valores do IQA desses estados foram adaptados para a escala adotada pela Cetesb e utilizada pelos demais estados (Bahia, Goiás, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e São Paulo).

No total, foram utilizados os valores do IQA de 859 pontos de monitoramento (Anexo III). As regiões hidrográficas do Paraná e do São Francisco possuem cerca de metade dos pontos de monitoramento em que é utilizado o IQA (Figura 6).

Para a elaboração dos mapas, a localização dos pontos de monitoramento e os seus respectivos valores médios do IQA foram inseridos em um Sistema de Informações Geográficas (ArcView), sendo sobrepostos à base hidrográfica utilizada pela Agência Nacional de Águas (escala 1:1.000.000).

Alguns estados (ex.: Paraná e Bahia) atribuem as faixas do IQA apenas ao ponto de monitoramento, ao contrário de outros estados (ex.: São Paulo, Minas Gerais), que atribuem essa faixa para o trecho a montante do ponto. Para facilitar a visualização dos dados, as informações de todos os pontos foram atribuídas ao trecho a montante.





Rio São Francisco – Ponte entre Juazeiro-BA e Petrolina-PE

## 2.2. Estimativa das cargas de esgoto doméstico e da capacidade de diluição dos corpos d'água

Visando gerar um diagnóstico das cargas orgânicas no país inteiro, inclusive nas regiões que não apresentam monitoramento, foi realizada uma estimativa das cargas de esgoto doméstico urbano dos municípios brasileiros e da capacidade de assimilação dessas cargas pelos corpos d'água.

Inicialmente, foram obtidos os volumes de esgoto doméstico tratados pelos municípios brasileiros segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB 2000 (IBGE, 2002a)<sup>42</sup>. Como o referido estudo não apresenta o volume de esgoto doméstico gerado, estimou-se este valor para cada município, considerando-se a população urbana do Censo 2000 e um valor de 180 litros de esgoto doméstico gerados diariamente por habitante. Subtraindo-se os dois valores, obteve-se uma estimativa do volume de esgoto doméstico não tratado para cada município.

Para o esgoto tratado, foi considerada uma remoção de 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $DBO_{5,20}$ ) no tratamento secundário, para cidades com até 100 mil habitantes, e de 80% em cidades

acima de 100 mil habitantes. Os valores da carga orgânica remanescente, ou seja, 40% ou 20% do volume tratado, foram somados ao volume não tratado para obter-se o volume total de esgoto doméstico lançado nos rios em  $m^3$ /dia. Para o cálculo da carga de matéria orgânica, foi considerada a contribuição de 54 g  $DBO_{5,20}$ /habitante/dia. Este valor corresponde a uma quantidade *per capita* de esgoto igual a 180 L/hab./dia, assumindo-se uma concentração média de 300 mg  $DBO_{5,20}$ /L.

Estimou-se também qual seria a carga assimilável pelos corpos d'água, considerando-se que todos estivessem enquadrados na classe 2, segundo a Resolução Conama 20/86, que determina como limite máximo de  $DBO_{5,20}$  o valor de 5 mg/L (CONAMA, 1986)<sup>11</sup>. Para essa estimativa, multiplicou-se a vazão disponível pelo valor de 5 mg/L e transformaram-se os dados para toneladas de  $DBO_{5,20}$ /dia.

Considerou-se que a vazão disponível é igual à vazão natural, com permanência de 95%, para rios sem regularização, e à vazão regularizada somada ao incremento de vazão natural, com permanência de 95%, para

**Tabela 5 – Classificação dos valores da estimativa de capacidade de assimilação das cargas de esgotos domésticos**

Valor da relação carga lançada/carga assimilável	Condição	COR
0 - 0,5	Ótima	
0,5 - 1,0	Boa	
1,0 - 5,0	Razoável	
5,0 - 20,0	Ruim	
> 20,0	Péssima	

rios que sofrem o efeito de regularização de reservatórios. Portanto, a vazão disponível representa um cenário de estiagem quando a capacidade de assimilação dos poluentes pelo corpo d'água atinge seus menores valores.

O decaimento da carga orgânica foi estimado pela equação:

$$L = L_0 \cdot e^{\frac{-K_1 \cdot \lambda}{v}}$$

onde,  $L$  e  $L_0$  correspondem à carga orgânica nos trechos final e inicial, respectivamente,  $\lambda$  é o comprimento do trecho,  $K_1$ , o coeficiente de desoxigenação, considerado igual a  $0,1 \text{ dia}^{-1}$ , e  $v$  a velocidade média do rio, cujo valor adotado foi de  $0,3 \text{ m/s}$ . Por necessidade de simplificação nos cálculos, cada rio foi calculado independentemente dos demais, desconsiderando-se o decaimento ocorrido nos seus afluentes.

Para a estimativa de decaimento da  $\text{DBO}_{5,20}$ , utilizou-se a fórmula de Streeter-Phelps, considerando-se o valor de 0,1 para o coeficiente de decaimento e uma velocidade do rio de  $0,4 \text{ m/s}$ .

Para estimativa da capacidade de assimilação dos rios, os valores de carga de esgoto doméstico foram divididos pelas cargas assimiláveis calculadas para as vazões média e disponível. Valores superiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é superior à carga assimilável. Valores inferiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é inferior à carga assimilável. A escala de valores utilizada nos mapas é apresentada na Tabela 5.

A planilha com os dados contendo as cargas lançadas de esgotos domésticos e as relações entre cargas lançadas e cargas assimiladas foi transportada para um Sistema de Informações Geográficas (ArcView), a partir do qual foram gerados os mapas apresentados no Anexo III.



Eraldo Peres







### 3. PANORAMA NACIONAL

A elaboração de um diagnóstico nacional da qualidade da água é limitada pela insuficiência das redes de monitoramento na maior parte do país. As regiões hidrográficas que apresentam melhores condições de monitoramento de qualidade da água são as do Paraná, do São Francisco, do Atlântico Leste, do Atlântico Sudeste, do Atlântico Sul e do Paraguai. O Estado do Amapá também possui um monitoramento de qualidade da água que merece destaque.

Nas demais regiões hidrográficas (Amazônica, Tocantins/Araguaia, Parnaíba, Uruguai, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental), o monitoramento é ainda insuficiente. Em termos gerais, estas também são as regiões que apresentam menor densidade demográfica e atividade industrial, e os principais impactos sobre a qualidade da água são gerados, de maneira mais localizada, pelas atividades de mineração e agricultura.

Nas bacias que têm monitoramento com o Índice de Qualidade das Águas, observa-se, em termos gerais, uma boa condição na maior parte dos trechos monitorados (Figura 7).

As regiões mais críticas com relação ao Índice de Qualidade das Águas (categorias ruim e péssima) localizam-se nas proximidades das principais regiões metropolitanas e estão associadas princi-

palmente ao lançamento de esgotos domésticos. Merecem destaque as seguintes bacias e suas respectivas cidades principais:

**Região hidrográfica do Paraná:** bacias do Alto Iguaçu (Curitiba), Alto Tietê (São Paulo), Piracicaba (Campinas), Meia Ponte (Goiânia), Rio Preto (São José do Rio Preto);

**Região hidrográfica do São Francisco:** bacia do rio das Velhas, Pará e Paraopeba (Belo Horizonte);

**Região hidrográfica Atlântico Leste:** bacia dos rios Joanes e Ipitanga (Salvador);

**Região hidrográfica Atlântico Sul:** bacia dos rios dos Sinos e Gravataí (Porto Alegre);

**Região hidrográfica Atlântico Sudeste:** bacia do rio Paraíba do Sul (Juiz de Fora), bacia do rio Jucu (Vitória);

**Região hidrográfica do Paraguai:** bacia do rio Miranda (Aquidauana).

Entre as bacias que apresentam os menores valores do Índice de Qualidade das Águas, destacam-se as do Tietê (São Paulo), Joanes e Ipitanga (Bahia), Velhas (Minas Gerais) e Paraíba do Sul (Minas Gerais) (Tabela 6).

**Tabela 6 – Bacias e corpos d'água que apresentam os menores valores do Índice de Qualidade das Águas**

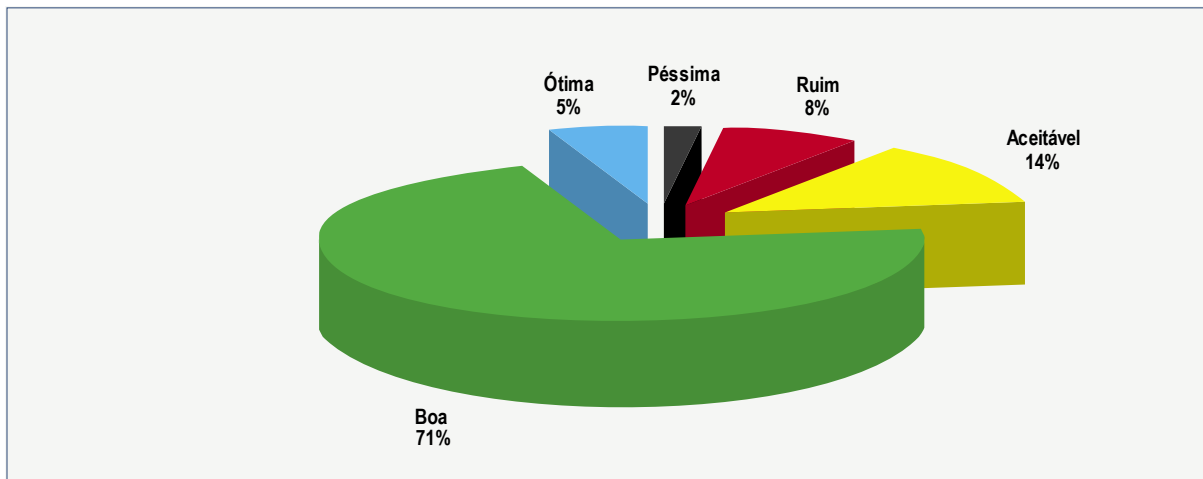
REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA
Paraná	Rio Tietê	Rib. dos Meninos	SP	15
Paraná	Rio Tietê	Rio Tamanduateí	SP	15
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Bandeira	BA	15
Paraná	Rio Tietê	Rio Pinheiros	SP	16
Paraná	Rio Tietê	Res. Edgar de Souza	SP	16
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	16
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Aribiri	ES	17
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão Arrudas	MG	17
Paraná	Rio Tietê	Rio Aricanduva	SP	18
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Xopotó	MG	19
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Piaçabeira	BA	19
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Itanguá	ES	19
Paraná	Rio Tietê	Res. de Rasgão	SP	19
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão do Onça	MG	19



**Figura 7 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) no Brasil em 2002\***



Fonte: Cetesb (2003)<sup>75</sup>; Sema (2004)<sup>8</sup>; Igam (2003)<sup>53</sup>; CRA (2002)<sup>10</sup>; Suderhsa (2004)<sup>56</sup>; Agência Ambiental de Goiás (2004)<sup>2</sup>; Fepam (2004)<sup>72</sup>; Seama (2004)<sup>81</sup>; Fema (2004)<sup>52</sup>; Imap (2003)<sup>46</sup>



**Figura 8 – Distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas**

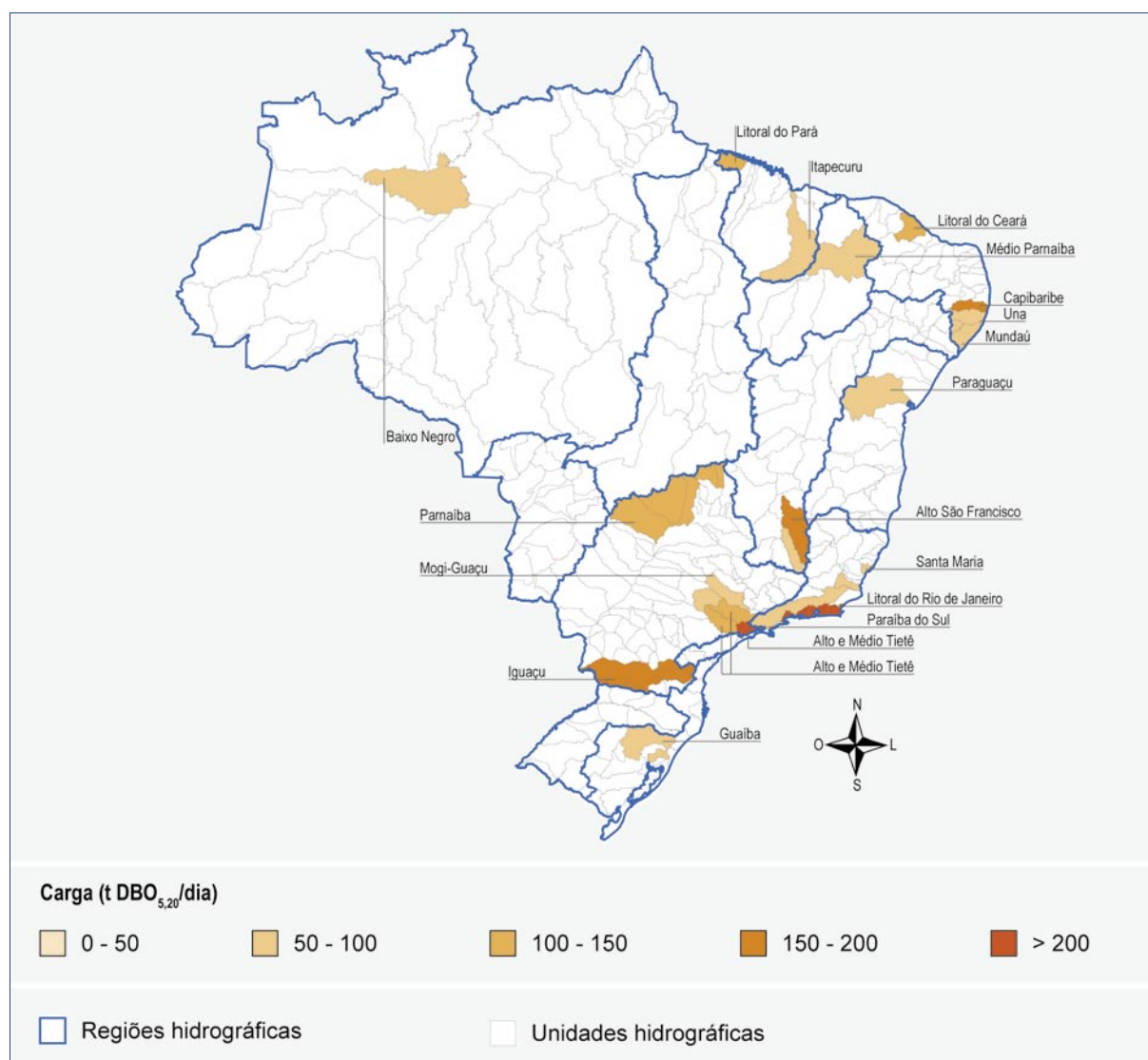
Sazonalmente, em algumas bacias são observados rios com IQA aceitável ou ruim em razão das condições naturais, como ocorre nos rios Paraguai e Taquari, em que, nos períodos de cheia, ocorre um processo natural de deterioração da qualidade das águas por causa da acumulação de restos vegetais e sedimentos que criam alta demanda por oxigênio. Nesse período, as águas tendem a apresentar baixo teor de oxigênio dissolvido, gerando condições inadequadas para a preservação da vida aquática.

Apesar de sua importância como principal indicador de qualidade de água no país, qualquer análise dos da-

dos do IQA deve sempre considerar suas limitações, pois no seu cálculo são utilizados apenas nove parâmetros, que em sua maioria são indicadores de contaminação de esgotos domésticos ou cargas orgânicas de origem industrial. Portanto, corpos d'água poluídos por parâmetros não incluídos no cálculo do IQA (ex.: metais pesados, agrotóxicos) podem ter um bom valor de IQA, o que pode induzir a interpretações erradas.

Considerando o total de pontos de monitoramento em que é calculado o Índice de Qualidade das Águas (IQA), observa-se uma boa condição em 71% dos pontos (Figura 8).





Fonte: ANA (2003)

**Figura 9 – Cargas orgânicas domésticas (t DBO<sub>5,20</sub>/dia) nas regiões hidrográficas**

Em nível nacional, o principal problema de qualidade de água é o lançamento de esgotos domésticos, pois apenas 47% dos municípios possuem rede coletora de esgoto, e somente 18% dos esgotos recebem algum tratamento. A carga orgânica doméstica total do país é estimada em 6.389 (t DBO<sub>5,20</sub>/dia), apresentando os maiores valores nas bacias indicadas (Figura 9).

A Figura 10 apresenta a relação entre a carga orgânica lançada e a carga assimilável para a vazão disponível. Observa-se que, em geral, as áreas com os piores valores dessa relação também são aquelas que apresentam os menores valores do IQA. Entre as regiões mais críticas podemos destacar:

- **Região Hidrográfica do São Francisco:** verifica-se que além do rio das Velhas, os rios Verde Grande, Verde Pequeno e Gorutuba têm a carga orgânica lançada superior à carga assimilável.
- **Região Hidrográfica do Paraná:** além do rio Tietê, os rios Piracicaba, Iguazu e Meia Ponte têm problemas de assimilação de cargas orgânicas.

Em rios com baixa disponibilidade hídrica, principalmente os que se encontram na região do semi-árido, o problema de assimilação de cargas orgânicas para a Classe 2 está associado, sobretudo, às baixas vazões dos corpos d'água. Portanto, a análise de assimilação de cargas orgânicas não se







Rio Negro - MS

Haroldo Palo Jr.

aplica a esses casos. Em rios com alta disponibilidade hídrica, o problema está mais relacionado à elevada carga orgânica, associada à elevada densidade populacional.

Tucci (2000)<sup>93</sup> enfatiza que a tendência urbana atual é de redução do crescimento das metrópoles e aumento das cidades médias. Nesse sentido, os impactos do lançamento de cargas poluidoras tenderiam a se disseminar para esse tipo de cidade, onde o estágio de degradação que ocorre nas metrópoles ainda não foi atingido, havendo espaço para prevenção. Apesar de os impactos já gerados nesses municípios começarem a ser preocupantes, medidas mitigadoras e de prevenção podem ser adotadas para garantir a sustentabilidade ambiental dessas cidades médias.

Adicionalmente ao lançamento de esgotos domésticos, a poluição industrial, os efluentes de atividades agrícolas, a disposição inadequada de resíduos sólidos e o manejo inadequado do solo também causam impactos significativos na qualidade da água de várias bacias.

A poluição orgânica de origem industrial tem sido reduzida de maneira significativa em alguns estados, como ocorreu em São Paulo com relação aos efluentes das usinas de açúcar e de álcool, os quais passaram a ser utilizados no processo de fertirrigação.

Nas cidades, a ineficiência na coleta, no tratamento e na disposição final dos resíduos sólidos vem causando a poluição dos corpos d'água superficiais e subterrâneos, comprometendo o aproveitamento dos mananciais e causando problemas de saúde pública. As águas pluviais que atravessam os lixões e os depósitos inadequados de resíduos sólidos urbanos transportam um líquido de cor negra e odor desagradável denominado de chorume, característico dos materiais orgânicos em decomposição e detentor de elevada carga poluente.

A questão da poluição difusa em áreas urbanas também representa uma carga poluente significativa e tem relação com os problemas de macrodrenagem das grandes cidades.

A eutrofização dos corpos d'água é um dos grandes problemas de qualidade da água do país. Segundo Von Sperling (1996)<sup>94</sup>, a eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, a níveis tais que causa interferência nos usos desejáveis do corpo d'água. O principal fator de estímulo para a ocorrência do processo de eutrofização é um nível excessivo de nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo. Tal processo acontece principalmente em lagos e represas, embora possa ocorrer mais raramente em rios, uma vez que as condições ambientais destes são mais desfavoráveis para o crescimento de algas.

O nível de eutrofização está usualmente associado ao uso e à ocupação do solo na bacia hidrográfica. As atividades agrícolas, a drenagem pluvial urbana, o lançamento de esgotos são fatores que colaboram para a elevação dos nutrientes em corpos d'água. São vários os efeitos indesejáveis da eutrofização, entre eles: crescimento excessivo da vegetação, distúrbios com mosquitos e insetos, eventuais maus odores, mortandade de peixes, mudanças no aspecto da água e na biodiversidade aquática, redução na navegação e na capacidade de transporte, modificações na qualidade e na quantidade de peixes de valor comercial, complicações com a água destinada ao abastecimento, desaparecimento gradual do lago e aumento da frequência de florações de microalgas e cianobactérias, que formam densas camadas verdes que flutuam na superfície da água e podem produzir toxinas letais para o homem e os animais. Em alguns casos, as toxinas podem permanecer na água mesmo após os tratamentos de água bruta, o que pode agravar seus efeitos crônicos.

É freqüente a presença de cianobactérias nos mananciais de abastecimento de água em muitas das cidades brasileiras, como ocorre no Sistema Guandu, que abastece a cidade do Rio de Janeiro (FEEMA, 2002)<sup>70</sup>. No Nordeste, é comum a eutrofização dos açudes, comprometendo o abastecimento público e demais usos. No entanto, são raros os episódios como o que ocorreu em Caruaru, em 1996, quando morreram sessenta pacientes que faziam hemodiálise com água contaminada com toxinas de cianobactérias. Destaque-se que as empresas de saneamento têm a missão de ofertar água potável à população e, em geral, gerenciam adequadamente esse problema em situações críticas.

Nas áreas rurais, a expansão da fronteira agrícola e a migração interna nas décadas de 1970 e 1980 contribuíram para a criação de um passivo ambiental caracterizado pelo desmatamento, por processos erosivos intensificados e pela contaminação de recursos hídricos. Um dos fenômenos mais destacados é a voçoroca, presente em vários estados (ex.: Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul) (CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

Com relação à erosão e ao aporte de sedimentos, Campagnoli *et al.* (2004)<sup>21</sup> elaboraram um estudo com o objetivo de realizar um zoneamento cartográfico do território brasileiro voltado à análise hidrossedimentológica, visando ao aprimoramento qualitativo e quantitativo dos efeitos do assoreamento nos empreendimentos hidrelétricos. Verifica-se que as áreas com maior potencial de produção de sedimentos (acima de 200 t/km<sup>2</sup> por ano) se encontram nas Regiões Hidrográficas do Tocantins-Araguaia, Paraguai, São Francisco, Parnaíba, Paraná e Uruguai (Figura 11).

Com relação à mineração, os impactos sobre a qualidade da água podem ocorrer nas etapas de pesquisa, lavra, beneficiamento, estocagem e transporte. As atividades mineiras desenvolvidas a céu aberto, se não obedecerem a um plano de lavra adequado, com um projeto de recuperação ambiental, propiciam a ação dos processos erosivos. Geralmente, as aberturas efetuadas para decapeamento e/ou retirada da camada a ser minerada geram grandes estragos na superfície do terreno. A mineração em áreas urbanas e periurbanas é outro fator responsável pela degradação do subsolo. Atualmente, junto às grandes metrópoles brasileiras é comum a existência de enormes áreas degradadas, resultantes das atividades de extração de argila, areia, saibro e brita (CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

Nas regiões carboníferas de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, a poluição hídrica causada pela drenagem ácida é provavelmente o impacto mais significativo das operações de mineração e beneficiamento do carvão mineral. Essa poluição decorre da infiltração da água da chuva nos rejeitos gerados pelas atividades de lavra e beneficiamento, alcançando os corpos hídricos superficiais e/ou subterrâneos. Essas águas adquirem baixos valores de pH (< 3), altos valores de ferro total, sulfato total e vários outros elementos tóxicos que impedem sua utilização e destroem a flora e a fauna aquáticas (ALEXANDRE e KREBS, 1995 *apud* CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

Na província aurífera do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, a presença do elemento tóxico arsênio merece destaque no que se refere aos efeitos da mineração no meio ambiente. Em Nova Lima e em Passagem de Mariana, funcionaram, por várias



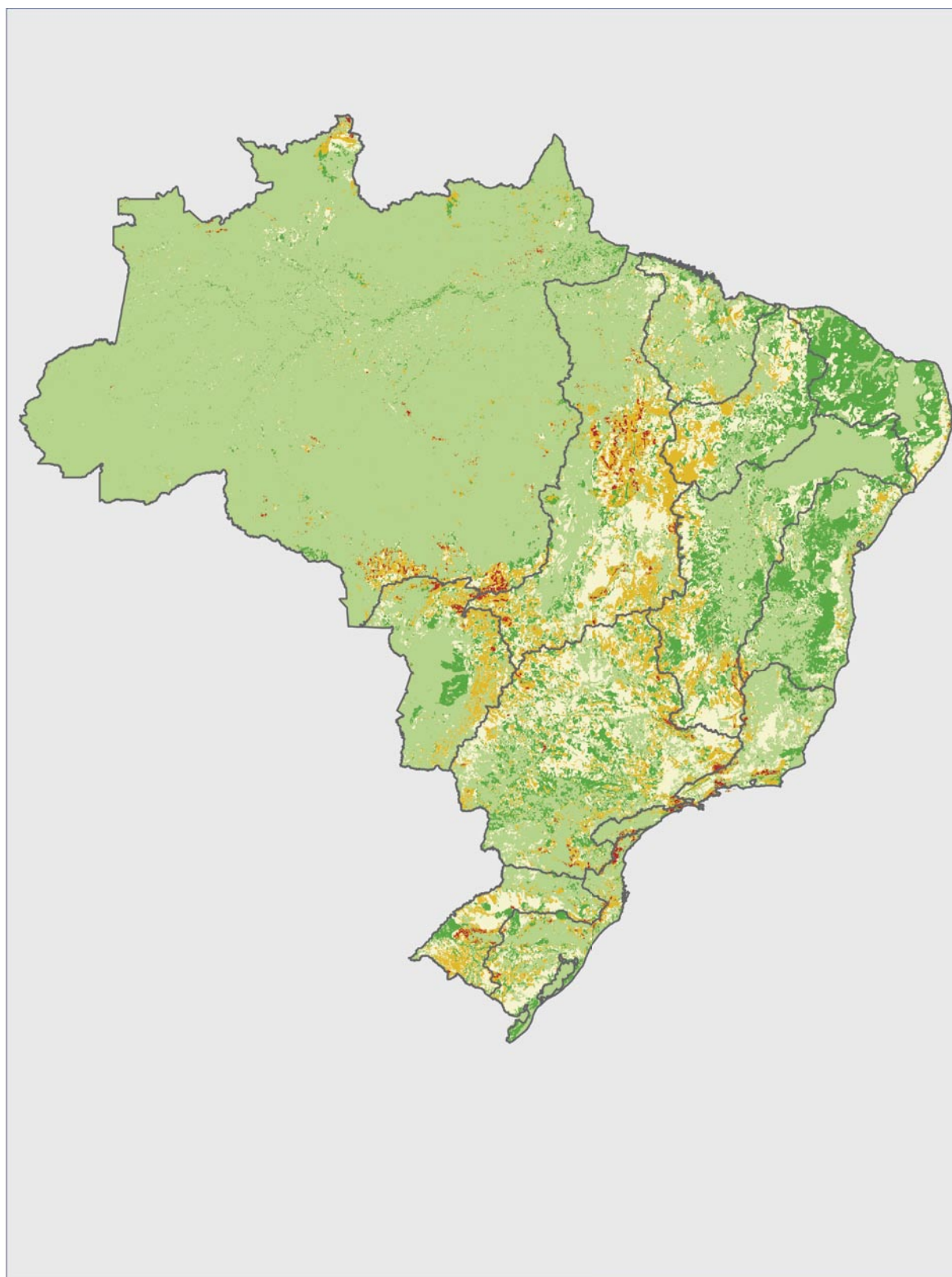


Figura 11 – Potencial de produção anual ( $t/km^2$ ) de sedimentos no Brasil



Fonte: (Campagnoli et al., 2004)<sup>21</sup>

décadas, fábricas de óxido de arsênio, aproveitado como subproduto do minério. Os rejeitos de minério ricos em arsênio foram estocados às margens de riachos ou lançados diretamente nas valas de drenagem, provocando grande comprometimento ambiental do solo e da água (CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

Os bens minerais (areia, argila e brita) de emprego direto na construção civil, por sua importância para os setores de habitação, saneamento e transportes, são considerados bens minerais de uso social. Fatores mercadológicos impõem a produção desses minerais perto dos centros consumidores, caracterizando-se como uma atividade típica das regiões metropolitanas e urbanas. O índice

de clandestinidade dessa atividade é significativo e preocupante. Os impactos ambientais provocados são grandes e descontrolados, tais como a alteração dos canais naturais de rios. Em geral, as cavas são utilizadas como bota-fora da construção civil e até mesmo como lixões (CPRM, 2002)<sup>89</sup>. Uma das áreas críticas com relação à extração de areia é o rio Paraíba do Sul, na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste.

Na Região Hidrográfica Amazônica, destacam-se os garimpos de ouro, que contaminam os rios com mercúrio, principalmente nas bacias dos rios Madeira e Tapajós e no Estado do Amapá (Figura 12).



Fonte: (CPRM, 2004)<sup>88</sup>

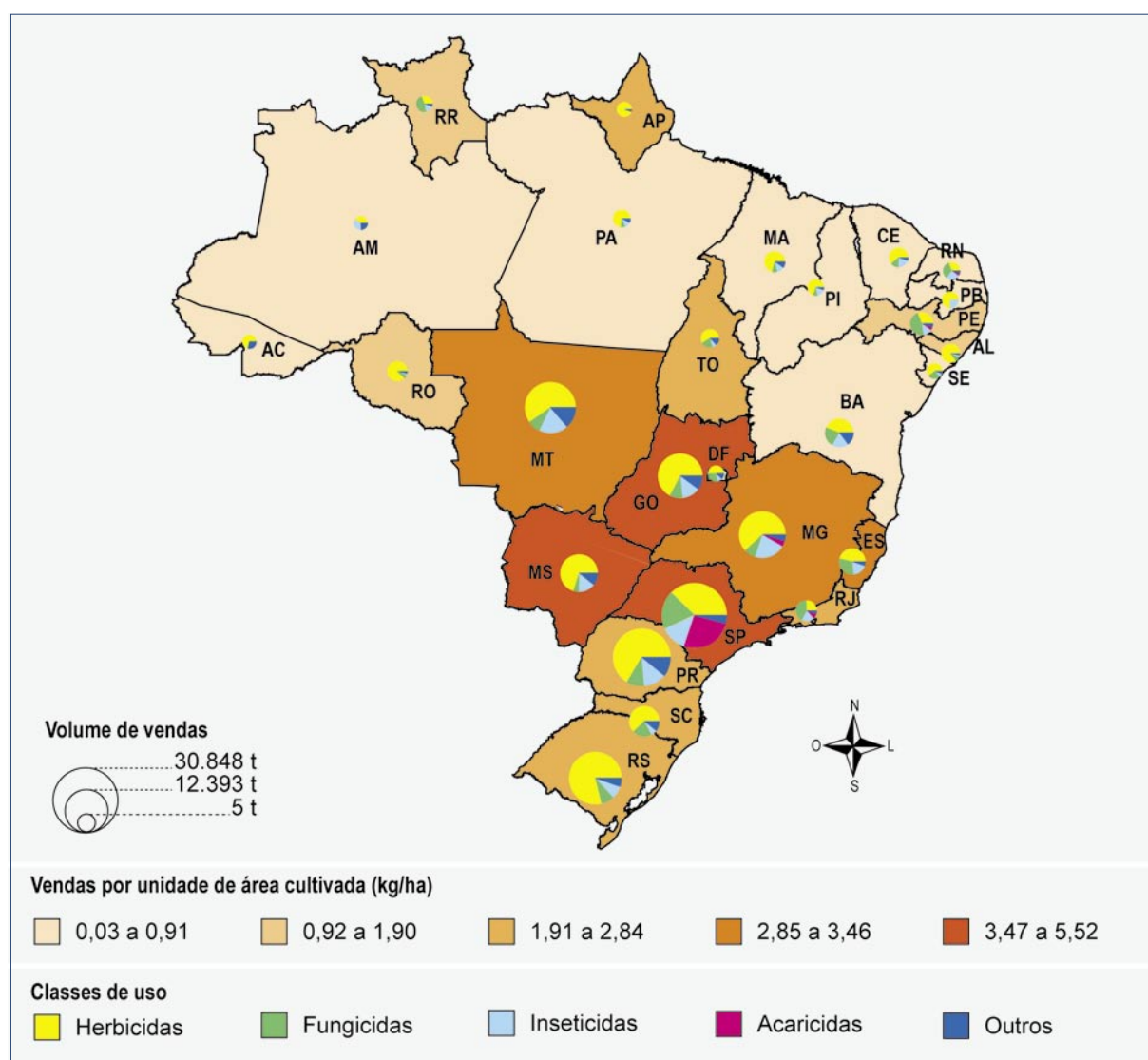
**Figura 12 – Principais áreas de mineração**

Com relação aos poluentes das atividades agrícola e pecuária, destacam-se os fertilizantes, os agrotóxicos e os efluentes da suinocultura.

A agricultura moderna tem gerado impactos ambientais que comprometem a sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas a médio e a longo prazos. Os fertilizantes são largamente utilizados e estão associados à eutrofização dos corpos d'água superficiais e à contaminação de aquíferos. Os agrotóxicos podem ser persistentes, móveis e tóxicos no ambiente aquático, podendo-se acumular nos sedimentos e na biota (IBGE, 2002 a)<sup>41</sup>. O nível de consumo de fertilizantes e agrotóxicos está indicado nas Figuras 13 e 14, respectivamente.

A grande produção de efluentes da suinocultura, que contamina rios e aquíferos, exige a aplicação pelos produtores rurais de tecnologias para tratamento e reaproveitamento dos seus resíduos. O grande volume de gases, matéria orgânica, bactérias e outras substâncias geradas pela atividade constitui um fator de risco para a contaminação do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

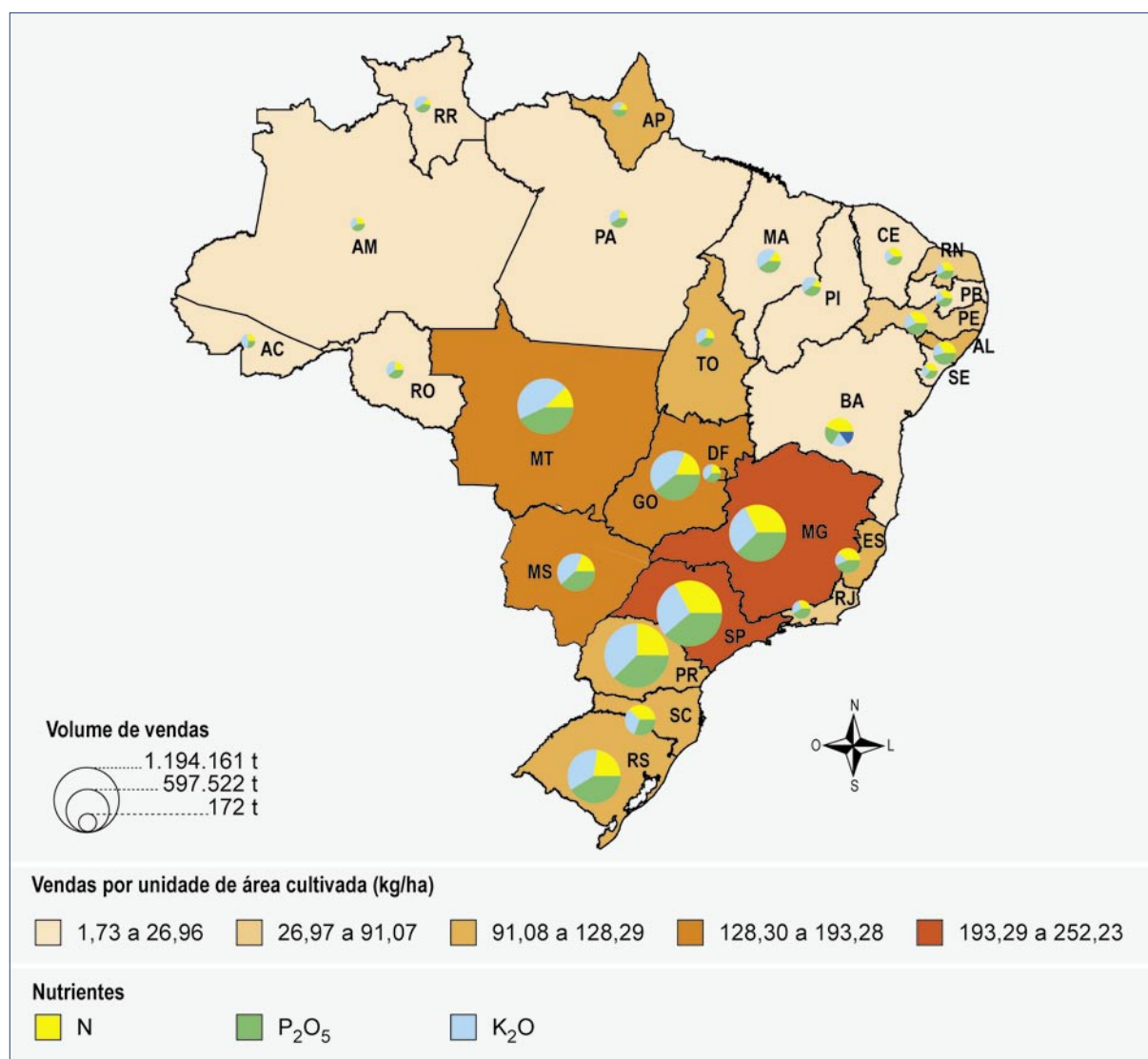
O agravamento da questão ambiental nos grandes centros produtores de suínos decorre do grande volume de efluentes gerados pelas propriedades e pela escassez de áreas agrícolas aptas à sua disposição e utilização como fertilizante. Muitos criadores, embora sejam considerados pequenos pro-



(Fonte: IBGE, 2002a)<sup>41</sup>

**Figura 13 – Venda de agrotóxicos no ano 2000**





(Fonte: IBGE, 2002a)<sup>41</sup>

**Figura 14 – Venda de fertilizantes no ano 2000**

prietários, geram volumes de efluentes acima da capacidade de suporte de utilização na propriedade. Esses efluentes, sem tratamento adequado e sem a infra-estrutura necessária (armazenagem, transporte e distribuição) para sua viabilização

como fertilizante, acabam dispostos no ambiente, gerando poluição e colocando em risco a sustentabilidade do sistema. As áreas mais críticas localizam-se nas Regiões Hidrográficas do Uruguai e Paraná.



## 4. PANORAMA DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS

### 4.1. Região Hidrográfica Amazônica

A Região Hidrográfica Amazônica apresenta uma ocupação rarefeita do território que, combinada com uma condição hídrica privilegiada, faz com que a região não apresente problemas de disponibilidade hídrica. Todavia, a riqueza do bioma amazônico e sua profunda interação com os corpos d'água fazem com que quaisquer ações desencadeadas no espaço geográfico da bacia produzam efeitos imediatos sobre os recursos hídricos.

Um aspecto importante dos rios da região diz respeito à coloração de suas águas, resultante das características físicas e químicas. Segundo Walker (1990)<sup>95</sup>, há os rios de “águas brancas” – que são as de aparência barrenta, tais como o Solimões/Amazonas, Purus, Madeira e Juruá – que têm suas cabeceiras nas regiões andinas, carregam sedimentos das montanhas em direção à planície central e os depositam nas extensas áreas alagadas durante as enchentes, formando os solos das várzeas, os mais férteis da Amazônia. Essas “águas brancas” são relativamente ricas em nutrientes, tanto em matéria orgânica quanto inorgânica, e seu pH varia entre 6,2 e 7,2. O percentual de íons minerais também é elevado (cálcio, magnésio, sódio, potássio, por exemplo).

Há também os rios de “águas pretas”, que são transparentes – porém de coloração mais escura, como os rios Negro, Urubu e Uatumã – ricos em substâncias húmicas e nascem nos escudos (formações continentais planas) pré-cambrianos das Guianas e do Brasil Central ou nos sedimentos terciários da bacia Amazônica. Tais rios apresentam baixa carga de sedimentos em virtude do fraco processo de erosão dos terrenos e da densa vegetação. Também apresentam baixa concentração de cálcio e magnésio e pH ácido (3,8 a 4,9). Walker (1990)<sup>95</sup> afirma que a produção de fitoplâncton nas “águas pretas” é da ordem de 60 kg por hectare, enquanto nas “águas brancas” a produção pode ser até cem vezes maior.

Os rios de “águas claras” carregam pouco material em suspensão e têm aparência cristalina, como os rios Tapajós e Xingu, com origem nos sedimentos terciários da bacia Amazônica ou no escudo do Brasil Central, sendo ácidos e pobres em sais minerais, com baixas concentrações de cálcio e magnésio. Já os rios de “águas claras” que nascem na estreita faixa carbonífera ao norte e ao sul do Baixo Amazonas (Pará) são neutros e relativamente ricos em sais minerais, com alta porcentagem de cálcio e magnésio. Essa notável diferença de coloração das águas dos rios amazônicos revela a diversidade físico-química natural da região hidrográfica.

#### Esgotos domésticos e resíduos sólidos

Uma estimativa para o crescimento da população na bacia mostra que seu valor total para o ano 2020 deve chegar a 9,6 milhões de habitantes, com uma densidade demográfica média de 2,5 hab./km<sup>2</sup>. A distribuição populacional será bastante desigual, com maior concentração nas principais cidades (Manaus, Santarém, Porto Velho, Boa Vista, Macapá, Rio Branco). Nesse contexto, um dos aspectos mais importantes a ser contemplado por políticas para a região amazônica é a melhoria das condições de saneamento das capitais e dos principais núcleos urbanos, mediante a ampliação ou a implementação de sistemas de tratamento de esgotos domésticos, além de sistemas para tratamento de efluentes industriais e de disposição final de resíduos sólidos.

A poluição de origem doméstica na região ocorre de maneira localizada, próxima aos centros urbanos. As baixas percentagens de coleta (10,4% da população urbana) e tratamento de esgotos domésticos (2,3% da população urbana) fazem com que sejam relativamente significativas as cargas poluidoras. A carga orgânica doméstica remanescente é de aproximadamente 270 t DBO<sub>5,20</sub> /dia (4% do total do país) e concentra-se principalmen-



te na unidade hidrográfica do rio Negro (onde está situada Manaus) e nos principais afluentes da margem direita do Amazonas (Purus, Madeira, Tapajós e Xingu).

Particularmente em Manaus, variações populacionais intensas ocorreram a partir dos anos 1960, com a criação da Zona Franca de Manaus, fato este que representou uma nova fase de desenvolvimento para a cidade e os municípios vizinhos. Nos últimos trinta anos, a Zona Franca atraiu um grande fluxo migratório do interior do estado, do Nordeste e de diferentes regiões do país. Em consequência, a população de Manaus cresceu mais de 500%, saltando de 300 mil habitantes na década de 1970 para cerca de 1 milhão e 400 mil na virada do século XXI. Nesses anos, a cidade acumulou um passivo socioambiental de iguais proporções, que provocou a redução da qualidade de vida da maior parte da população, com reflexos diretos nas condições de saúde, higiene e moradia. Em toda a cidade, mesmo em áreas próximas ao Centro, ocorrem lançamentos de efluentes domésticos nas ruas e nos vários igarapés que cruzam Manaus (PNUMA/MMA/Consórcio 21, 2002)<sup>64</sup>.

As grandes transformações sofridas por Manaus a partir da implantação da Zona Franca não foram acompanhadas por uma política de controle ambiental compatível com o crescimento urbano. Ao longo desse processo, os cursos d'água que cortam a cidade se transformaram em depósitos de esgotos e lixo, culminando no quadro que hoje se observa, com os igarapés transformados em valas poluídas (PNUMA/MMA/CONSÓRCIO 21, 2002)<sup>64</sup>.

Segundo o relatório do Projeto Geo-Manaus, quase todos os igarapés que cortam a área urbana de Manaus, como os de São Raimundo, Mindu, Bindá, Franceses, Bolívia, Matrinxã, Tarumanzinho, Quaranta, Educandos, Mestre Chico, Manaus, Bittencourt e Franco, têm suas águas poluídas e exalam constante mau cheiro. As nascentes dos igarapés ainda apresentam condições satisfatórias, apesar dos sinais de ocupação, que podem ser observados nas cabeceiras. Porém, nos trechos de ocupação antrópica, "*as propriedades dos corpos*

*d'água apresentam intensa alteração, chegando a atingir estado de total descaracterização, em virtude do pequeno porte e da pouca capacidade de autodepuração das cargas poluidoras"* (PNUMA/MMA/Consórcio 21, 2002)<sup>64</sup>.

O rio Negro recebe intenso despejo de águas poluídas dos igarapés que cruzam a área urbana da cidade de Manaus. Entretanto, vários trechos de sua orla são freqüentemente utilizados pela população como balneários. As características físico-químicas de suas águas, com o pH muito baixo, são responsáveis pela rápida diluição da matéria orgânica nelas lançadas, permitindo que algumas de suas praias apresentem condições satisfatórias de uso. São realizadas coletas semanais pelos órgãos municipais competentes para medição da intensidade de coliformes fecais nos locais mais freqüentados pela população (PNUMA/MMA/CONSÓRCIO 21, 2002)<sup>64</sup>.

Em Rio Branco, capital do Acre, os mananciais estão comprometidos pelo esgoto, pelo lixo, pela mineração e pela expansão urbana, situação típica de crescimento urbano desordenado. A bacia do rio Acre torna-se a mais importante para o Acre, principalmente por possuir cerca de 70% da população de todo o estado, e banhar as principais cidades, inclusive a capital.

### Efluentes industriais

A Zona Franca de livre comércio de importação e exportação foi criada com a finalidade de implantar em Manaus um centro industrial, comercial e agropecuário dotado de condições econômicas que permitissem o desenvolvimento da região Norte, integrando-a ao complexo produtivo nacional. A maior parte das indústrias de Manaus realiza apenas a etapa de montagem dos componentes produzidos em outras regiões e, conseqüentemente, não apresenta os efluentes industriais derivados do processo produtivo.

Segundo o Plano Diretor de Águas e Esgotos de Manaus, de 2001, o Distrito Industrial dispõe de sistema de esgotamento próprio, constituído por rede coletora, três elevatórias, linha de recalque e coletor-tronco. Os dejetos deveriam ser tratados e lançados no rio Negro. Porém, em razão das precárias condições

do sistema, com parte significativa das estações de tratamento e de algumas elevatórias, encontrando-se em operação precária ou paralisadas, muitas indústrias lançam seus esgotos nas redes de drenagem e nos cursos d'água.

O transporte e o armazenamento de produtos perigosos em vias navegáveis também representam uma fonte de poluição dos corpos d'água na região hidrográfica.

### Mineração

A contaminação dos rios por mercúrio é um dos principais problemas dos rios da Região Hidrográfica Amazônica. O mercúrio é um dos metais mais tóxicos e encontra-se disseminado em rios e solos da Amazônia, em grande parte por causa de sua utilização na recuperação do ouro em garimpos, de forma indiscriminada e sem qualquer controle. Estima-se entre 100 e 130 t/ano o montante de mercúrio introduzido na Amazônia nos últimos anos pela atividade garimpeira, sendo 40% lançado diretamente nos rios e 60% disperso na atmosfera e transportado a longas distâncias.

Os resultados de pesquisas na Amazônia apontam para níveis preocupantes de mercúrio nos peixes piscívoros, superando em média os limites máximos permitidos para consumo humano estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde. Como consequência desse resultado, é também elevada a concentração de mercúrio em amostras de cabelo da população ribeirinha da Amazônia em cuja dieta o consumo do peixe é predominante.

Além do garimpo, atualmente são apontadas outras duas fontes de contaminação por mercúrio na Amazônia: a queima da biomassa florestal e a degradação dos solos. Nesses dois casos, a acumulação do mercúrio seria decorrente de processos naturais de concentração desse elemento. As condições dos rios da Amazônia (baixo pH da água, alta concentração de matéria orgânica dissolvida e baixo teor de material particulado), que favorecem a metilação do mercúrio, sugerem um cenário de contaminação contínua e crescente.

O mercúrio existente nos solos também é uma fonte de contaminação. Com as queimadas e outras formas de devastação das florestas, a terra ficou desprotegida. As chuvas intensas que castigam a Amazônia durante pelo menos seis meses ao ano levam o mercúrio para o rio, e daí começa o ciclo que leva o metal a contaminar microorganismos que alimentam os peixes, que são o prato principal de milhares de pessoas que vivem às margens dos rios da Amazônia. Essa origem do mercúrio pode ser a explicação para sua grande concentração no rio Negro. Segundo Jardim (2001)<sup>48</sup>, embora o rio Negro e seus afluentes atravessem áreas distantes de centros urbanos e a milhares de quilômetros de grandes pólos industriais poluidores, são detectados altos teores de mercúrio tanto nos peixes como na população ribeirinha, numa região em que não existem garimpos.

Segundo Pinheiro *et al.* (2000)<sup>62</sup>, nos últimos anos alguns estudos têm demonstrado que peixes da região do rio Tapajós, no Pará, apresentam teores de mercúrio acima do recomendável para consumo humano.

Segundo relatório da SRH/MMA (2001)<sup>18</sup>, a bacia do rio Tapajós deveria ser prioritária para o monitoramento da qualidade da água, particularmente nos trechos sob influência dos três corredores de desenvolvimento: o Baixo Amazonas, o do rio Tapajós e o da rodovia Santarém–Cuiabá (BR163), conjugada com parte da rodovia Transamazônica (Itaituba, Rurópolis e Santarém). Nessa bacia, desenvolve-se a atividade extrativa de ouro, com grande intensidade na Reserva Garimpeira do Tapajós, com uma área aproximada de 2,7 milhões de hectares, sendo a maior produtora de ouro do Estado do Pará.

Na bacia do Tapajós, a carga de sedimentos em suspensão na foz do rio Crepori (extensas cavas nos afluentes, margens e no leito do referido rio) transporta cerca de quatro toneladas de mercúrio e a pluma poluidora percorre ainda uma distância mínima de 30 km ao longo do rio Tapajós (Figura 15) (TELMER *et al.*, 1999 *apud* CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

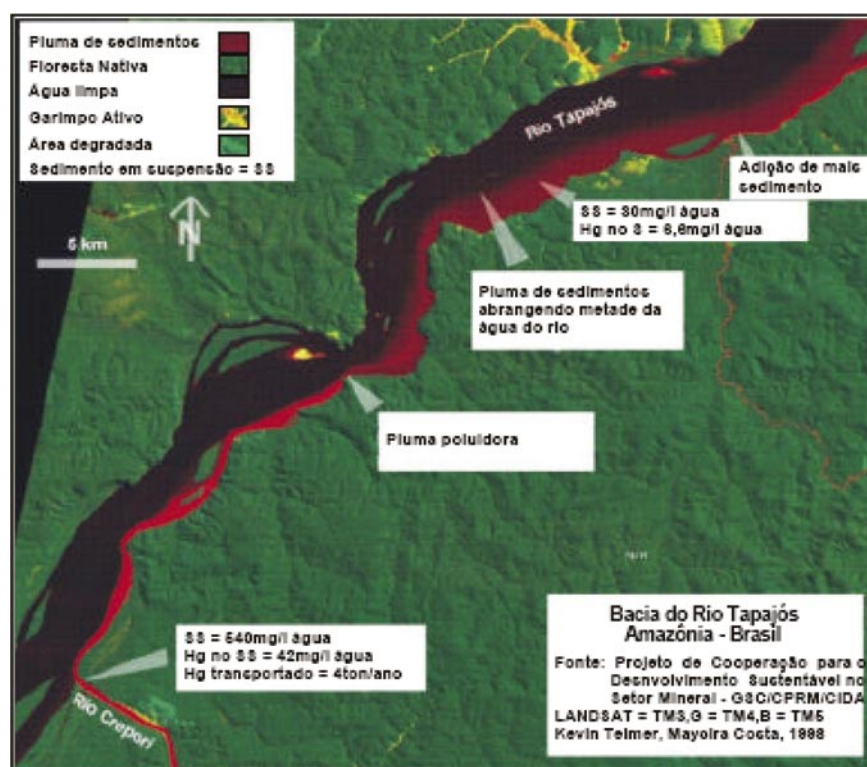


Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Garimpo Porto Rico, Bacia do rio Tapajós, Pará.

O Ibama lançou em 2001 o Programa Mercúrio (Pro-mer), para controle e monitoramento dos níveis de poluição ambiental e humana na Amazônia e no Pantanal. O objetivo do programa é equipar pelo menos seis

laboratórios amazônicos e treinar pessoal especificamente para coleta e análise do material: cabelo, peixe, sedimento, solo, ar e água. O Promer está voltado, inicialmente, para regiões em que existe maior con-



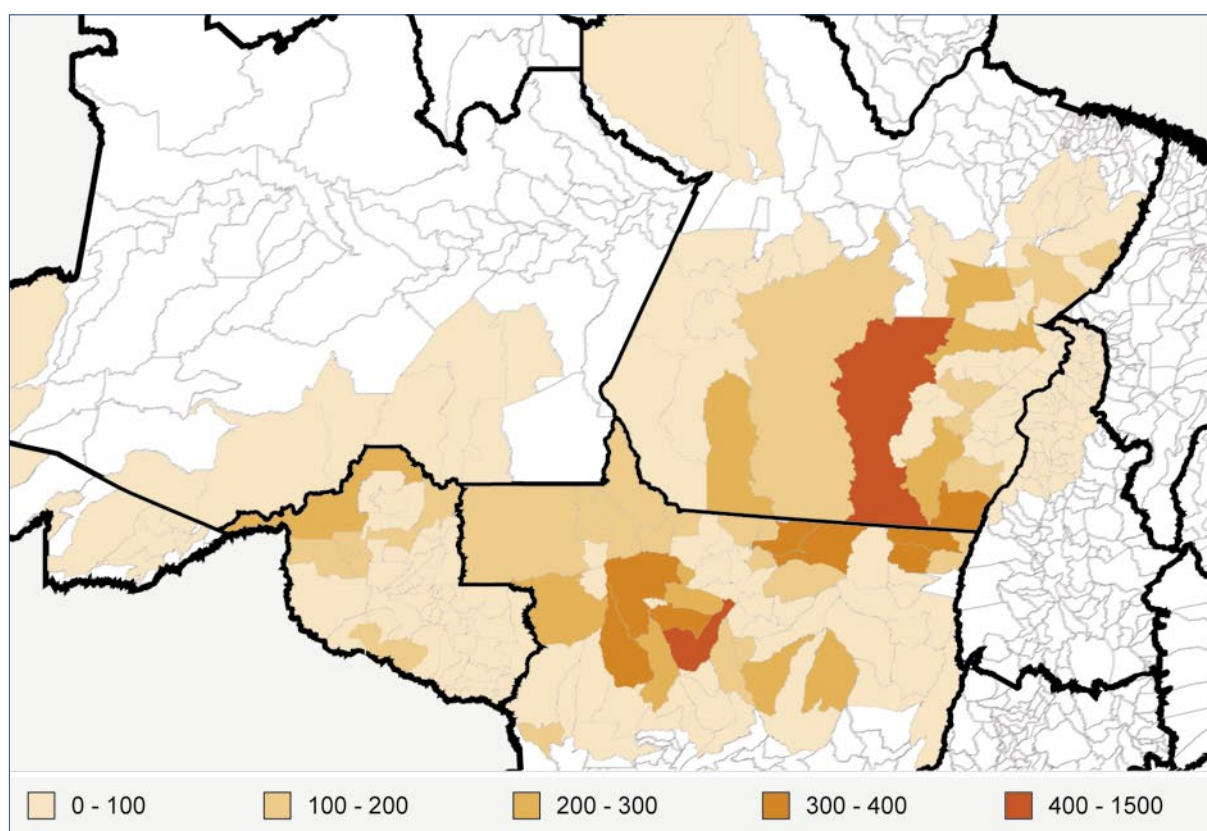
Fonte: (TELMER et al., 1999 apud CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

**Figura 15 - Pluma de poluição causada pelo garimpo de ouro no rio Tapajós.**



centração de atividades garimpeiras: rios Madeira, Negro, Tapajós, Araguaia, Xingu, Tocantins e também o Pantanal. O Promer pretende montar uma Rede Nacional e Permanente de Monitoramento dos níveis do mercúrio na Amazônia Legal e no Pantanal, em várias matrizes, que permita elucidar o ciclo biogeoquímico do mercúrio nesses biomas, identificando fontes de emissão regional e global, transporte, ciclagem e acúmulo na cadeia trófica, de tal modo que se tenha um diagnóstico preciso sobre o ciclo e, por conseguinte, a ecotoxicologia do mercúrio.

Além do mercúrio, outros metais também contaminam as águas da região. Em 1997, foram descobertas áreas com solo e água subterrânea contaminadas por arsênio oriundo da mineração de manganês na serra do Navio, Amapá (FENZL e MATHIS, 2003)<sup>34</sup>. Neste estado, a poluição das bacias hidrográficas pelas atividades de lavra mineral e garimpeira concentra-se na região Norte (bacias dos rios Oiapoque, Cassiporé, Calçoene e região dos Lagos), na região Central (bacias dos rios Vila Nova, Cupixi e Amapari) e região Sul (rio Jari).



Fonte: (BRASIL, 2004)<sup>19</sup>.

**Figura 16 – Área desmatada (km<sup>2</sup>) nos municípios da Amazônia em 2002**

### Atividades agropecuárias

O povoamento e a expansão da fronteira agrícola da região amazônica vêm provocando impactos diretos e indiretos sobre os recursos hídricos. A maior parte do desmatamento na região tem-se concentrado ao longo de um “Arco”, que se estende entre o sudeste do Maranhão, o norte do Tocantins, o sul do Pará, o norte de Mato Grosso, Rondônia, o sul do Amazonas e o sudeste do Acre.

No período de 2000-2001, aproximadamente 70% do desmatamento na Amazônia Legal ocorreu em cerca de cinquenta municípios nos Estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia, que representam em torno de 15,7% da área total da região. Entre alguns municípios desses estados, a área desmatada chega aos 80-90% de sua superfície total (BRASIL, 2004)<sup>19</sup> (Figura 16).

Um fator importante no desmatamento recente na Amazônia tem sido a expansão da soja mecanizada em áreas como o município de Querência no norte de Mato Grosso, Humaitá (AM), Paragominas (PA) e Santarém (PA). Segundo dados do IBGE sobre a evolução da área plantada no Arco do Desmatamento, no período de 1999-2001, o arroz e o milho experimentaram um decréscimo de 11,44% e 1,94%, respectivamente, enquanto a área plantada com soja aumentou 57,31%. A expansão da soja na Amazônia tem-se concentrado em áreas de topografia plana, com condições favoráveis de solo, clima, vegetação e infra-estrutura de transporte. A crescente demanda pela soja em mercados globalizados, a disponibilidade de terras baratas na Amazônia e a falta de internalização de custos sociais e ambientais entre setores privados têm impulsionado esse fenômeno (BRASIL, 2004)<sup>19</sup>.

Na bacia do rio Xingu, a expansão da fronteira agrícola, marcada, inicialmente, pelo crescimento da pecuária e, recentemente, pela disseminação da soja, tem causado, dentre outros problemas, a erosão e o assoreamento, além da contaminação das águas por agrotóxicos. A situação é especialmente crítica nas nascentes do Alto Xingu, onde a expansão da agropecuária eliminou a proteção florestal das nascentes, afetando a qualidade da água no Parque Indígena do Xingu, localizado a jusante. As comunidades indígenas reivindicam um estudo da qualidade das águas do rio Xingu e de seus principais formadores, temerosos de que estes já apresentem elevado grau de contaminação, com reflexos sobre a pesca e a água consumida pelas aldeias (AQUINO, 2003)<sup>9</sup>.

Em Roraima, as áreas ambientais críticas estão concentradas nas áreas de influência da BR-174, onde se localizam os projetos de assentamentos e colonizações, projetos agropecuários, de extração de madeira e de atividades de garimpo.

### Monitoramento

As informações relativas à qualidade da água na Região Hidrográfica Amazônica são esparsas, e os estados que a compõem estão em diferentes níveis com relação ao monitoramento e ao controle da qualidade dos corpos d'água. O Estado do Amapá, por exemplo, possui um programa de monitoramento, e os rios são classificados pelo Índi-

ce de Qualidade das Águas (IQA) em sete bacias: Jari, Cajari, Ajuruxi, Ariramba, Preto, Maracá-Pucu e Vila Nova (SEMA, 2004)<sup>8</sup>. O monitoramento iniciado no ano de 2000 é realizado em 25 pontos localizados na porção sul do estado (Figura 17).

Em termos gerais, o IQA apresentou uma boa condição na maioria dos trechos analisados.

Parte dos cursos d'água do Amapá já apresenta alterações em sua qualidade, em decorrência das atividades poluidoras desenvolvidas de forma ambientalmente incorretas, como matadouros, criação extensiva de búfalos, entre outras. Além destas, a ocupação humana desordenada de áreas úmidas e o lançamento de dejetos nos rios também têm contribuído para a deterioração da qualidade de suas águas, limitando em alguns casos seu uso para lazer, consumo e outros. Vale ressaltar que alguns fenômenos naturais, como a pororoca, que ocorre entre os rios Gurijuba e Araguari, também contribuem para a alteração da qualidade das águas nesta região, com conseqüente influência nas atividades pesqueira, agrícola e pecuária desenvolvidas.

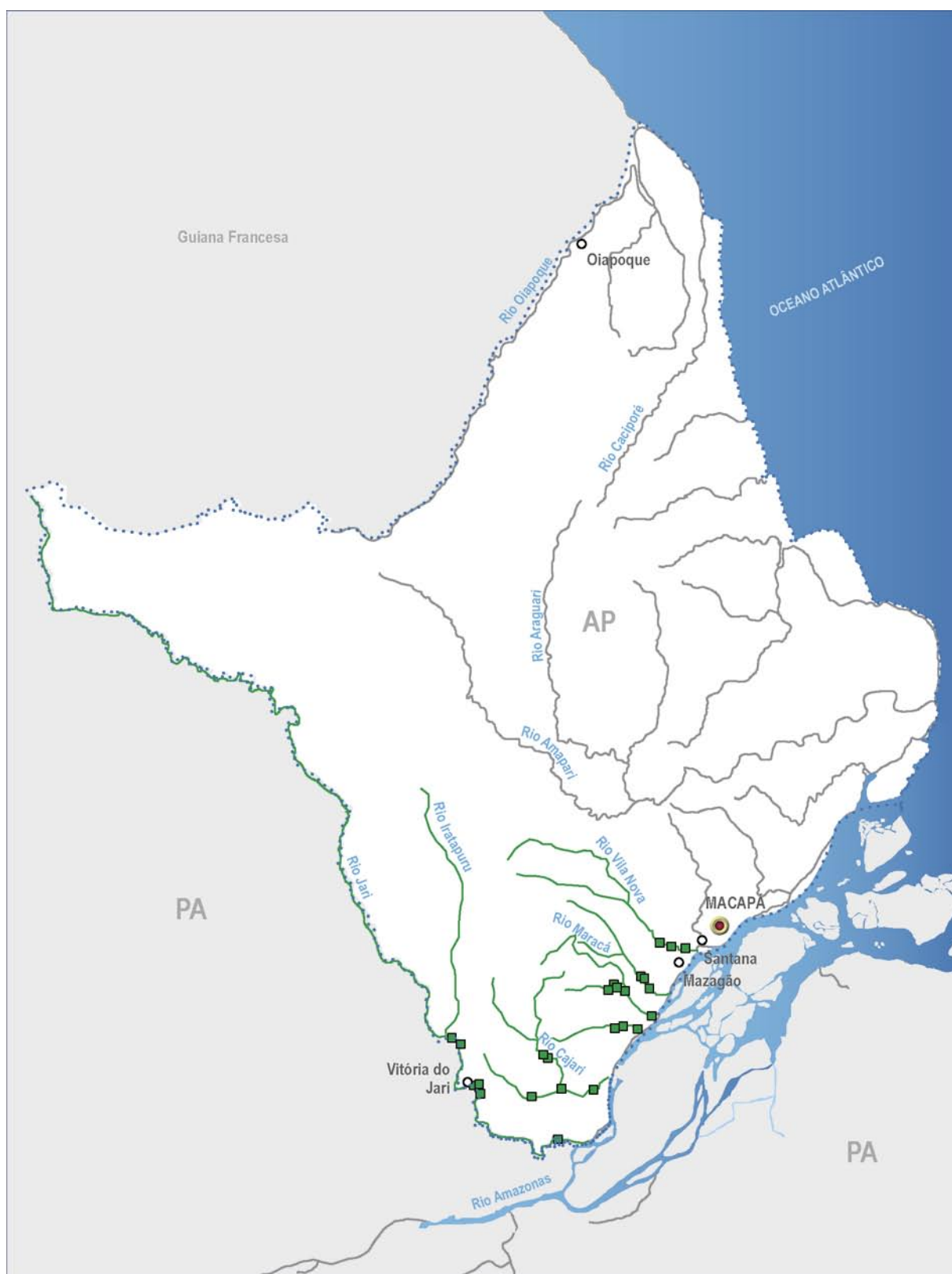
As principais fontes de poluição da Região Hidrográfica Amazônica estão sintetizadas na Figura 18.

### Programas

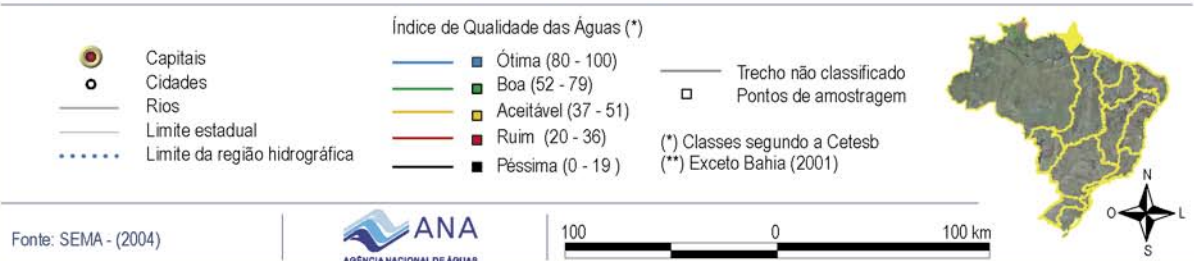
Atualmente, existem alguns programas importantes relacionados com as questões de qualidade da água da região.

O HiBAm é um projeto científico internacional que envolve Brasil, Equador, Bolívia e França para estudar a hidrologia e a geoquímica da bacia Amazônica, tendo como objetivo desenvolver estudos e pesquisas para o melhor entendimento das características e dos processos hidrológicos e geoquímicos.

Esses estudos envolvem, entre outros, o conhecimento do fluxo de sedimentos em suspensão, sua variabilidade e fenômenos a ele associados (erosão, transporte e sedimentação), que permitem avaliar o impacto das atividades humanas no meio ambiente (desmatamento, navegação, etc). Outra questão à qual o HiBAm se dedica diz respeito à contaminação dos rios e da cadeia trófica por subs-



**Figura 17 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) Região Hidrográfica Amazônica – Estado do Amapá em 2002**





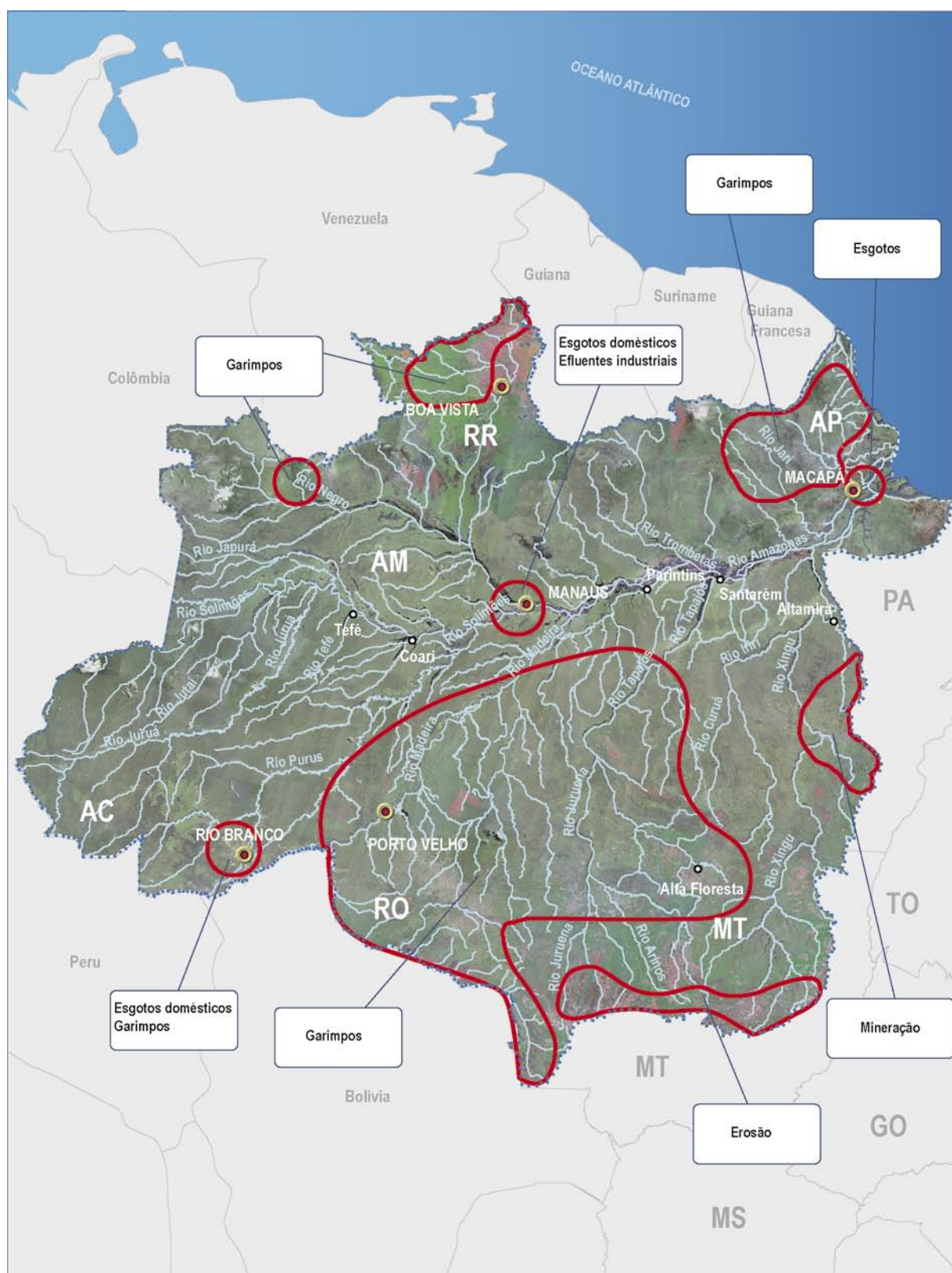


Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

tâncias tóxicas. Desde 1982, mais de 250 trabalhos científicos diretamente vinculados ao projeto HiBAM foram publicados (HIBAM, 2004)<sup>38</sup>.

Outro programa importante para a região é o Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam), concebido para ser uma organização sistêmica de produção e veiculação de informações, formado por uma complexa base tecnológica e uma rede institucional integrada, com atuação na Amazônia Legal nos âmbitos fede-

ral, estadual, municipal e não governamentais, para a gestão do conhecimento, a proteção e o desenvolvimento humano e sustentável da região. Entre as atividades previstas para serem desenvolvidas dentro do Sipam encontram-se o mapeamento de bacias hidrográficas e o monitoramento de enchentes; o apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento sustentável da região; a identificação e o apoio ao combate às queimadas e ao desflorestamento; o controle da poluição na bacia amazônica, entre outras.



**Figura 18 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição – Região Hidrográfica Amazônica**

- |  |                               |  |   |
|--|-------------------------------|--|---|
|  | Capitais                      |  | Áreas com solo exposto, pastagens ou vegetação pouco densa      |
|  | Cidades                       |  | Áreas com cobertura vegetal                                     |
|  | Rios                          |  | Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição |
|  | Limite estadual               |  |   |
|  | Limite da região hidrográfica |  |   |





Interfoto - Paulo Santos

Hidrelétrica de Tucuruí - Rio Tocantins

## 4.2. Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia

A Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia apresenta relevância no contexto nacional, pois se caracteriza pela expansão da fronteira agrícola, principalmente com relação ao cultivo de grãos, e pelo grande potencial hidroenergético. A região apresenta-se como uma das áreas preferenciais e mais promissoras para expansão econômica nas próximas décadas, como já previam estudos desenvolvidos na região (MI/OEA, 1982)<sup>12</sup>.

A região hidrográfica apresenta grande potencialidade para a agricultura irrigada, notadamente para o cultivo de arroz e outros grãos (milho e soja), e de frutíferas. A grande extensão de áreas potencialmente irrigáveis e a perspectiva de expansão do cultivo do arroz deverão aumentar substancialmente as demandas de água na agricultura. Os recursos hídricos serão fator decisivo e principais indutores do desenvolvimento, por meio da navegação, da irrigação, da geração de energia, da pesca, do abastecimento doméstico e industrial, do turismo e do lazer.

Atenção especial deve ser dada à questão das usinas hidrelétricas previstas para a bacia. Os efeitos sobre a qualidade da água são ainda pouco conhecidos,

a despeito da grande problemática social envolvida. A barragem de Tucuruí é um exemplo para o planejamento dos empreendimentos futuros, tanto pelas mobilizações sociais eclodidas quanto pelas alterações na qualidade da água (ACSELRAD e SILVA, 2004)<sup>1</sup>.

Entre os principais conflitos que se verificam atualmente na região relacionados à qualidade dos corpos d'água podem-se destacar:

- impacto das atividades mineradoras sobre a qualidade dos recursos hídricos;
- lançamento de esgotos domésticos;
- contaminação por fontes difusas (agrotóxicos, fertilizantes, sedimentos carregados por ação erosiva em solos mal manejados, entre outros);
- lançamento de efluentes com grande quantidade de matéria orgânica de matadouros e frigoríficos que abatem bovinos e suínos nas proximidades de cursos d'água, com reduzida capacidade de assimilação e transporte pelos rios.



### Esgotos domésticos

A poluição de origem doméstica na região ocorre de maneira localizada, próxima aos principais centros urbanos. As baixas percentagens de coleta (7,8%) e tratamento (2,4%) de esgotos domésticos fazem com que sejam relativamente significativas as cargas poluidoras. A carga orgânica doméstica remanescente é de 301 t DBO<sub>5,20</sub>/dia (4,72% do total do país) e concentra-se principalmente nas unidades hidrográficas do litoral do Pará (Belém) e do Tocantins, que são as áreas nas quais a densidade populacional é mais acentuada.

Em Belém, cerca de 4,8% da população é atendida com coleta e tratamento de esgoto, sendo que o restante dos esgotos são lançados em fossas domiciliares ou diretamente em canais e igarapés, gerando valores críticos de oxigênio dissolvido e coliformes fecais nesses corpos d'água, o que afeta a qualidade de vida e a saúde da população. Estudos indicam que os esgotos lançados no estuário do Guajará se deslocam para as praias ao norte do município de Belém (BRAZ, 2003)<sup>20</sup>.

### Mineração

A poluição causada pelas atividades de mineração deve-se principalmente à ação de garimpos e extrações de areia em pequenos mananciais. A mineração representa importante setor na economia, já que na região hidrográfica se encontram cerca de 50% da produção de ouro do país e grande par-

te das reservas nacionais de amianto (92%), cobre (88%), níquel (86%), bauxita (82%), ferro (64%), manganês (60%), prata (21%) e cassiterita (28%), merecendo destaque a atividade mineradora em Carajás, no Pará.

Segundo o Relatório de Impacto Ambiental da hidrovía do Tocantins/Araguaia, a prática intensa da garimpagem entre as cidades de Barra do Garças e Torixoréu, ambas em Mato Grosso, contribui para o aporte de sedimentos que alcançam os leitos dos rios Araguaia e das Mortes.

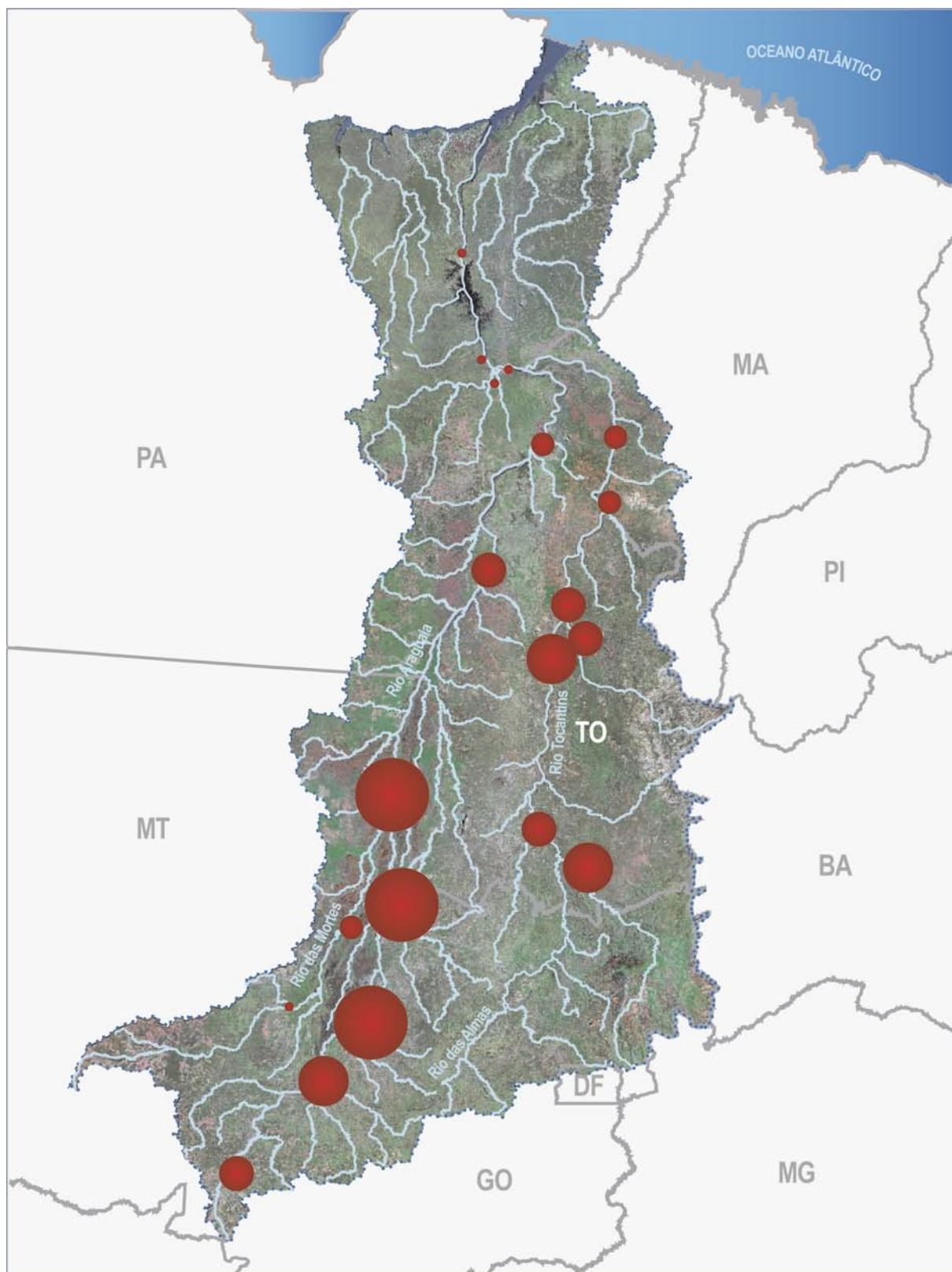
### Atividades agropecuárias

Na bacia do rio Araguaia, registram-se vários trechos com processos erosivos, sobretudo nas suas nascentes, em áreas com intensa atividade agrícola e pecuária, trazendo como consequência o assoreamento de cursos de água e de reservatórios, favorecendo a ocorrência de enchentes e alterações ecológicas que afetam sua rica e diversificada fauna e flora.

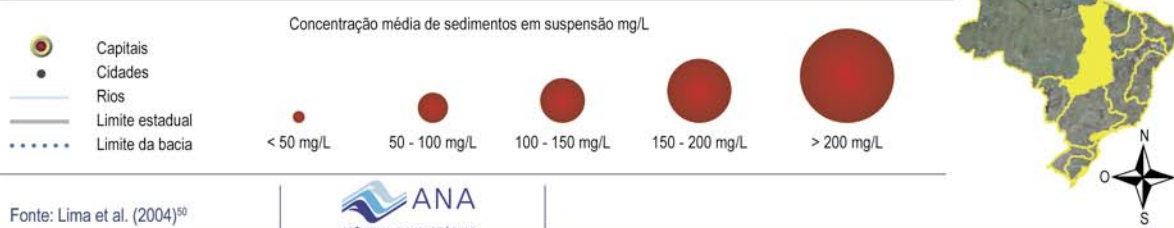
A existência de extensas áreas cobertas de sedimentos, francamente arenosos, argilosos e lateríticos, localizados nas porções mais altas da bacia do rio Araguaia, é proveniente da desagregação das rochas sedimentares. Esses sedimentos constituem chapadões agricultáveis com monocultura de soja, apresentando alto potencial erosivo. Nesta região, são reconhecidos processos erosivos intensos decorrentes da atividade descontrolada da agricultura.



Rio Maranhão - TO



**Figura 19 – Concentração média de sedimentos em suspensão (mg/L) nas estações hidrossedimentológicas da bacia dos rios Tocantins e Araguaia**







Erosão na Serra Calapó -GO

A perda da fertilidade dos solos amplia a necessidade de adubação química de uma forma constante e os torna suscetíveis aos processos erosivos, poluindo as águas e causando o assoreamento.

Segundo o relatório Estado ambiental de Goiás (GALINKIN, 2002)<sup>36</sup>, a irrigação é atualmente um dos crescentes usos da água na bacia do rio Araguaia. Grande parte de suas matas ciliares já se encontra degradada, em decorrência do uso indiscriminado do solo para atividades econômicas (pecuária e agricultura, principalmente), bem como de assentamentos urbanos e da exploração turística sem maiores cuidados.

A quantidade de sedimentos em suspensão é uma consequência do manejo inadequado do solo, acarretando erosão e carreamento de material para os corpos d'água. Estudos indicam que seu aumento na bacia do Tocantins – Araguaia é significativo.

Em estudo recente sobre o diagnóstico do fluxo de sedimentos nessa bacia, concluiu-se que no rio Araguaia existem regiões mais críticas do ponto de vista hidrosedimentológico, com concentrações de sedimentos em suspensão acima de 300 mg/L, o que pode configurar uma limitação para atividades que dependam de repascimento ou bombeamento dessa água. No rio

Tocantins, até a zona de confluência com o Araguaia as concentrações de sedimentos são moderadas, com pouca variabilidade de seus valores. Entretanto, a região próxima ao encontro dos rios Araguaia e Tocantins é considerada uma importante zona de deposição de sedimentos. Depois da junção dos dois rios, seguindo pelo Tocantins até a barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, a deposição de sedimentos volta a se intensificar (Figura 19) (LIMA *et al.*, 2004)<sup>50</sup>.

A bacia do rio Araguaia tem sido alvo de intensiva e indiscriminada expansão das atividades de agricultura, com uma degradação maior do meio ambiente nas últimas quatro décadas, particularmente nas áreas de cabeceira do rio. Segundo Latrubesse (2004)<sup>49</sup>, *“impressionantes feições erosionais podem ser vistas no setor da alta bacia e processos de erosão e sedimentação no médio Araguaia”*. Diz, ainda, que *“a bacia do alto Araguaia tem sofrido intensivamente os efeitos da expansão da agricultura e intensivo desmatamento, e o inapropriado uso da terra tem conduzido para a aceleração dos processos de erosão linear. Grandes voçorocas, maiores do que 20 metros de profundidade na zona de cabeceira e centenas de metros no comprimento, desenvolvidas na alta bacia durante os últimos trinta anos têm chamado a atenção de órgãos de governo, imprensa, ONGs e da população em geral”*.



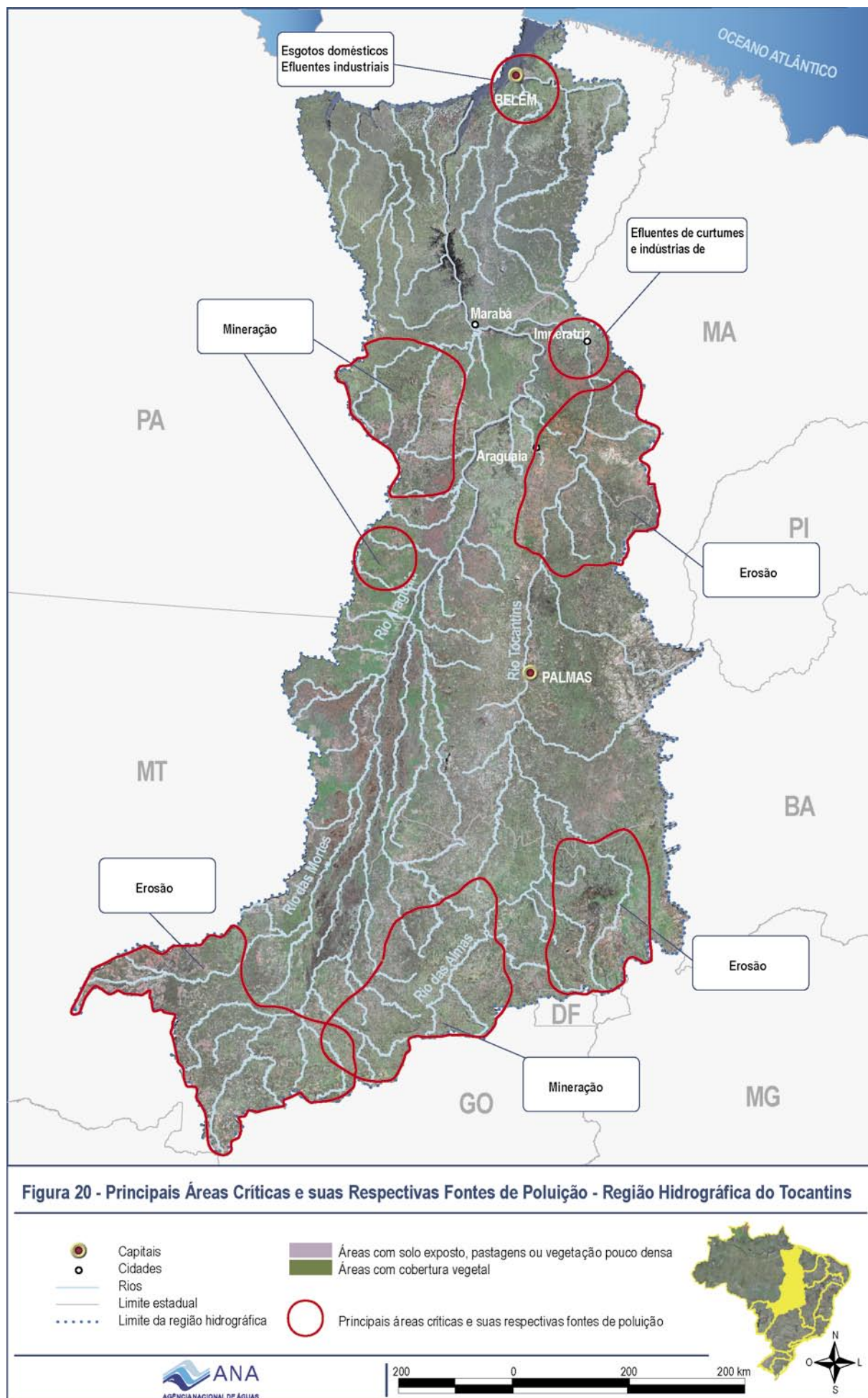


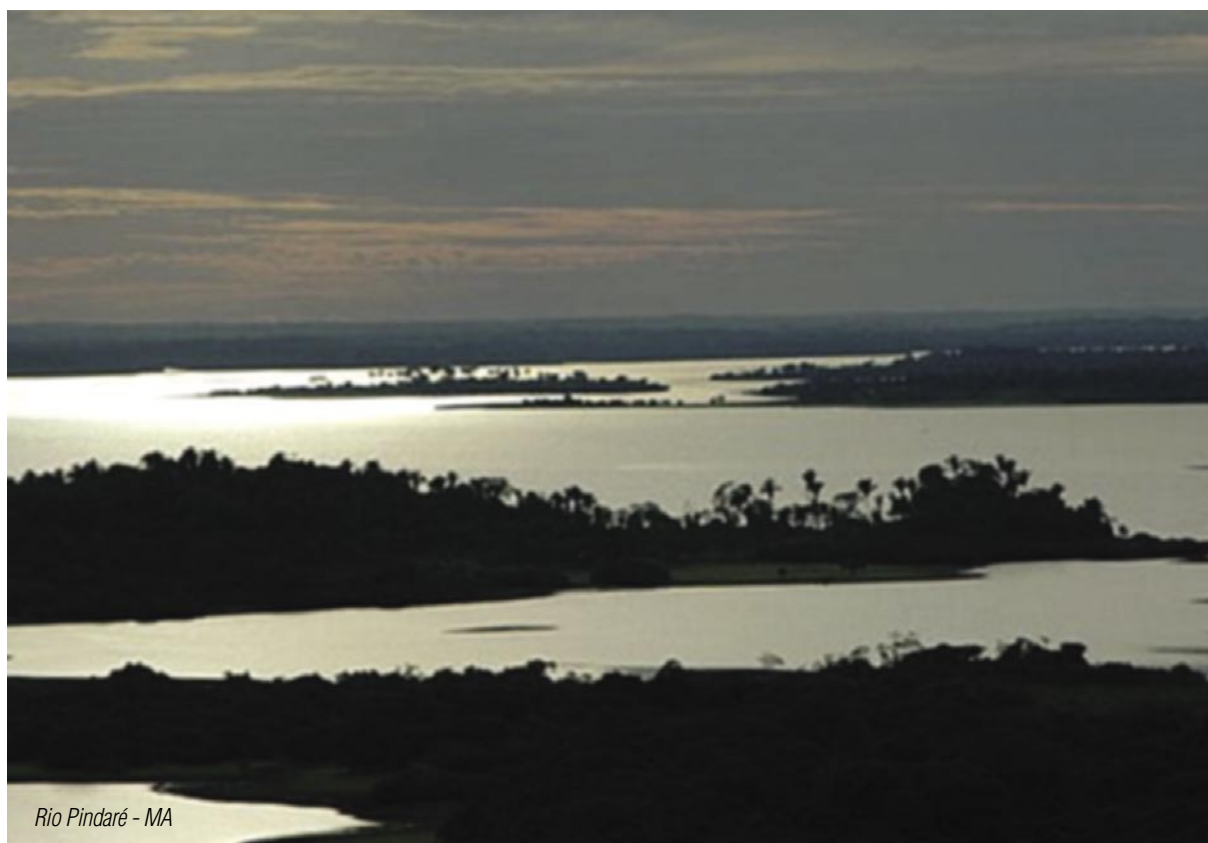
Eraldo Peres

O rio Araguaia tem sofrido as conseqüências do desmatamento e das mudanças no uso da terra sem planejamento na sua bacia, o que tem aumentado a carga de sedimentos, alterado a morfologia do canal, produzindo uma taxa positiva de sedimentação no balanço entre a década de 1970 e fins dos anos 1990. Estudos realizados pela equipe da Iesa/UFG (LATRUBESSE, 2004)<sup>49</sup> mostram que a carga do leito do rio aumentou de 6.765.500 t/ano na década de 1970 para 8.852.600 t/ano na década de 1990 na seção Aruanã, em Goiás, e que desde Barra do Garças até a Ilha do Bananal, perfazendo 570 km, o balanço dos volumes sedimentados/erosionados é positivo, ou seja, o sistema sedimentou em todos os segmentos identificados.

Corroborando essas constatações, Carvalho (2004)<sup>22</sup> afirma, com relação ao regime sedimentológico, que a maior parte da bacia do Araguaia é de cerrado, com vegetação em terreno de formação arenítica. Então é esperado um desequilíbrio grande à medida que a vegetação for sendo retirada, pela facilidade que essas rochas metamórficas têm de ser erodidas quando estão sem proteção. A médio e a longo prazos, tem-se constatado que a produção de sedimentos num curso d'água vai aumentando com o tempo em função do aumento da erosão na bacia, que, por sua vez, é função do aumento do uso do solo, principalmente.

A Figura 20 a seguir apresenta as principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição na Região Hidrográfica Tocantins – Araguaia.





Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Rio Pindaré - MA

### 4.3. Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental

A Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental contempla, basicamente, o Estado do Maranhão e uma pequena porção oriental do Estado do Pará, circunscrevendo as sub-bacias dos rios Gurupi, Mearim, Itapecuru e Munim.

Essa região hidrográfica é dominada pela vegetação de floresta, refletindo uma transição entre o nordeste semi-árido e a Amazônia úmida. Essa localização transicional contribui para a geração de condições ambientais e socioeconômicas peculiares, atualmente em fase de transformação em decorrência do desenvolvimento implantado na região, que vem gerando impactos ambientais e sociais.

A partir dos anos 1960 e 1970, a modernização do Maranhão ganhou impulso com os investimentos da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) e da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), na agropecuária e no extrativismo vegetal e mineral. No entanto, os grandes projetos, como Carajás, aumentaram a concentração fundiária e as migrações, além de provocar

devastação na floresta Amazônica. No final da década de 1970, a mata já havia perdido quase a metade de sua área original (MMA, 1998)<sup>13</sup>.

#### Esgotos domésticos e resíduos sólidos

As informações sobre a qualidade das águas superficiais na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental são precárias e insuficientes. No entanto, sabe-se que o lançamento de esgotos *in natura* é um grande problema na região.

O esgotamento sanitário é crítico em toda a Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental. Em quase sua totalidade, os municípios não contam com sistema de esgotamento sanitário, restringindo-se a fossas sanitárias e lançamento das águas servidas nas ruas correndo livremente em busca do córrego mais próximo. Nas cidades maiores, como Codó e Caxias, os esgotos são canalizados para os cursos d'água principais. Nesta última cidade, a população já denominou de “vala da vergonha” uma galeria que conduz os esgotos *in natura* para o rio Itapecuru.



Na Região Metropolitana de São Luís e em alguns núcleos urbanos ribeirinhos, como Bacabal e Caxias, a contaminação das águas pelo lançamento de esgotos sem tratamento causa perdas e restringe outros usos. Estima-se que a carga orgânica doméstica potencial na região hidrográfica seja de 150 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, cerca de 4% do total do país.

Na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, a disposição inadequada de lixo tem-se mostrado um grande problema nos centros urbanos. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), não existem aterros sanitários em nenhuma sede municipal da região. Especialmente nas bacias de Mearim e Itapecuru, além do esgoto bruto, os rios são locais de despejo de resíduos sólidos domiciliares e hospitalares de algumas cidades.

### Atividades agropecuárias

A grande maioria do espaço rural da região hidrográfica encontra-se ocupada com atividades agropecuárias, ficando os grandes projetos agrícolas, como o plantio de soja e arroz, localizados na parte sul da região.

Em grande parte das bacias observa-se o uso e o manejo inadequados do solo, que colaboram para a poluição dos recursos hídricos e acarretam processos erosivos, salinização e, em alguns casos, formação de áreas desertificadas.

Os impactos ambientais mais significativos decorrentes da ocupação antrópica são observados, atualmente, na zona de transição ocidental da floresta tropical. Dados apontam para uma taxa média de desflorestamento bruto, em 1998, de 1.012 km<sup>2</sup>. No processo de crescente integração da região na economia de mercado nacional e internacional existem duas significativas ameaças ambientais. Primeiro, a agricultura mecanizada de arroz e soja, cuja expansão na região se dá muito rapidamente, provocando fortes impactos, já que elimina a cobertura vegetal original causando sérios problemas de erosão.

Segundo o *Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão* (IBGE, 1997)<sup>43</sup>, rios como o Mearim, o Itapecuru e o Pindaré, outrora piscosos e caudalosos, são hoje, praticamente, estéreis e atravessados, em certos trechos, a pé nos meses de verão. Alguns rios menores, como o Zutua, o Codozinho e o Pirapemas, passaram a ter alguns trechos intermitentes. O transporte fluvial, uma das antigas tradições do estado, tornou-se praticamente inviável, tal o assoreamento que hoje ocorre. Os vales do Mearim e do Itapecuru, segundo depoimento de antigos moradores ribeirinhos, foram como que encolhendo, à mercê da força brutal das queimadas e dos desmatamentos, que exauriram os solos, desagregando-os e tornando-os mais vulneráveis ao impacto da água das chuvas.

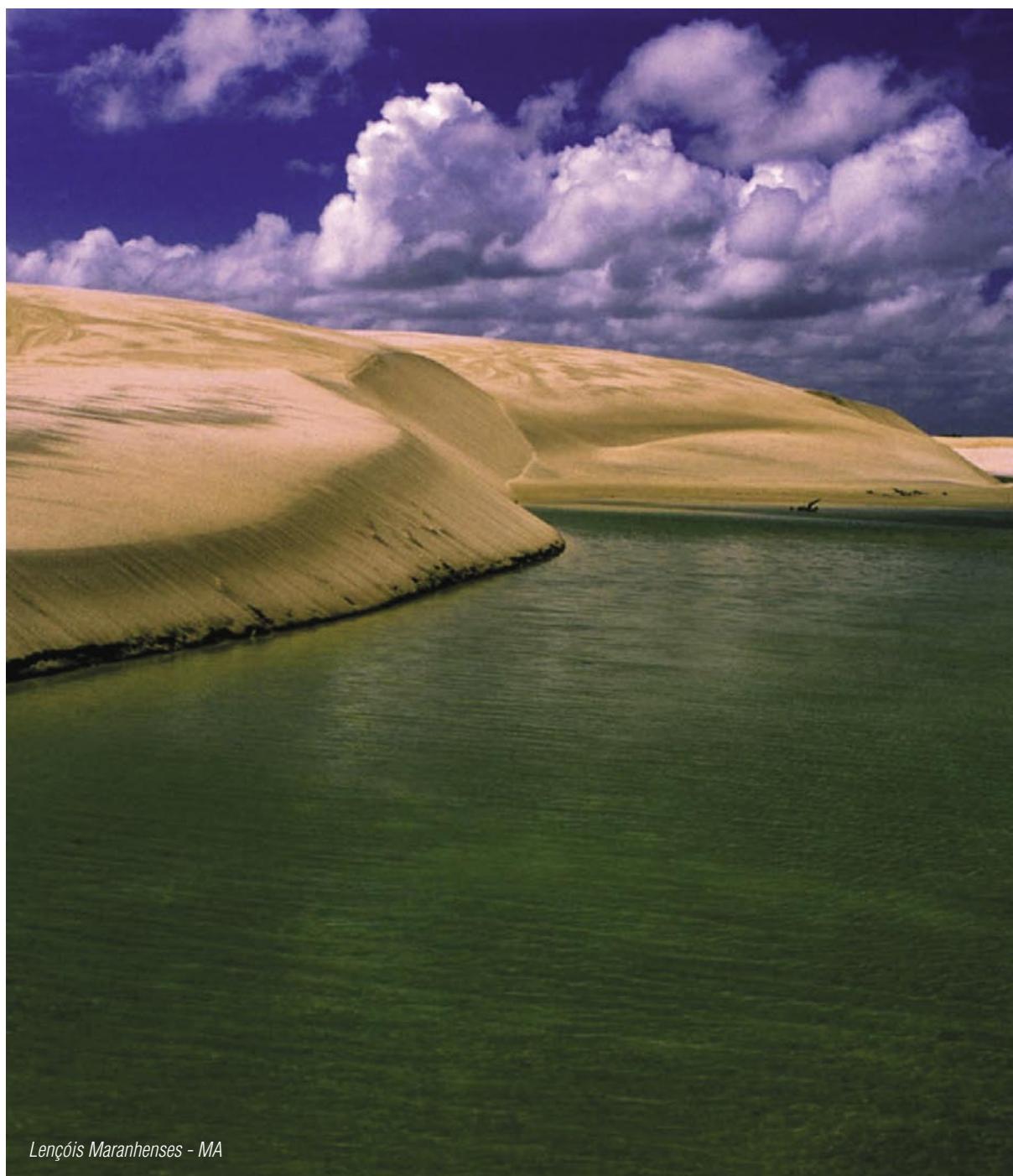
Na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, a poluição difusa em áreas rurais por agrotóxicos, adubos orgânicos e químicos acontece em praticamente todas as bacias. Além do carreamento de cargas poluidoras, as atividades agropastoris promovem a redução das taxas de infiltração de água nos solos, acarretam a aceleração de processos erosivos e o assoreamento das calhas fluviais, com carreamento de solos diretamente para seus leitos.

### Mineração

Conforme o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Alto Itapecuru (SEMA, 1998)<sup>82</sup>, a exploração desordenada de ouro na bacia do rio Turiaçu é uma das atividades que comprometem a qualidade dos recursos hídricos da bacia.

### Poluição industrial

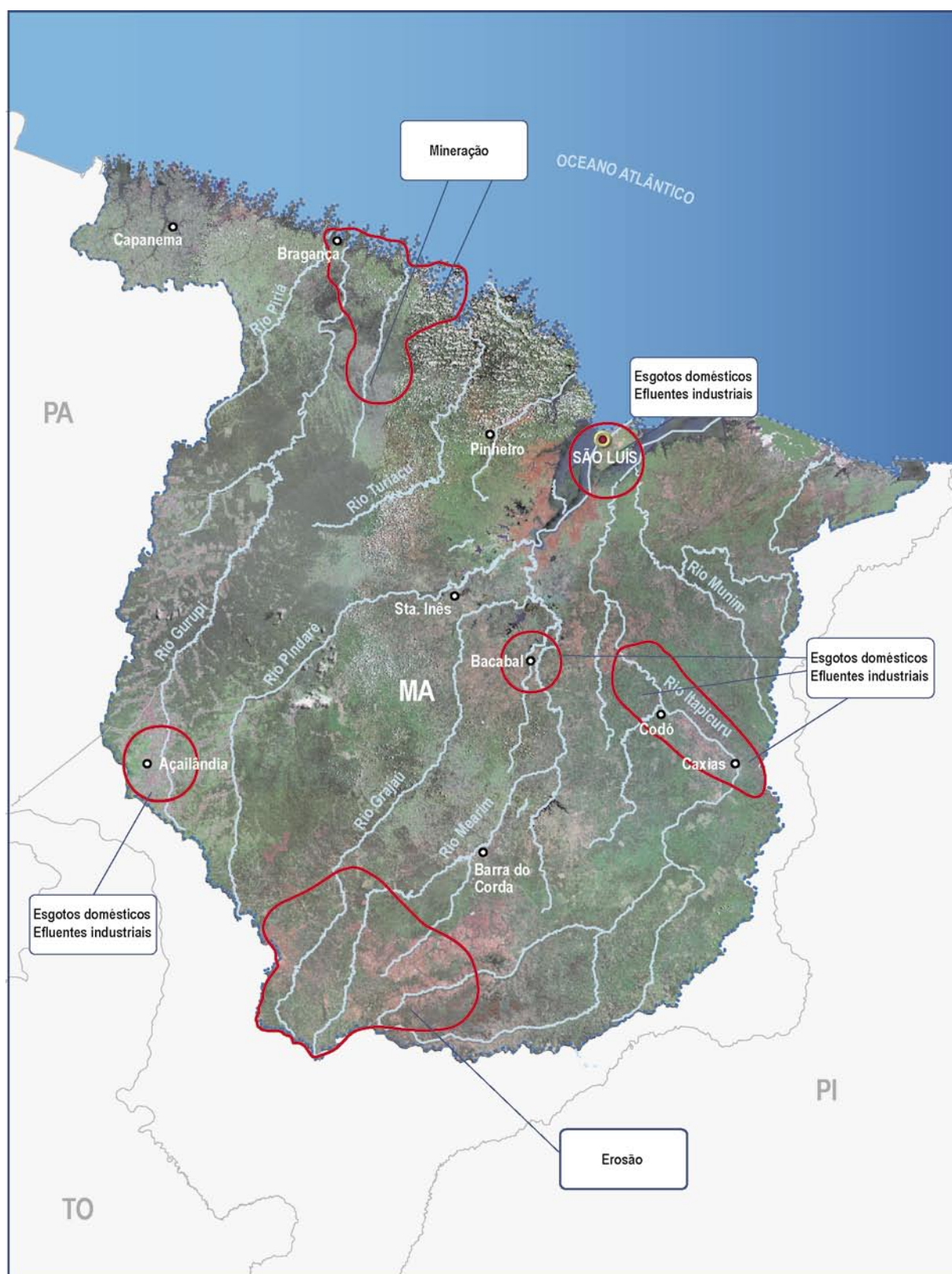
A atividade agropecuária e a industrialização da madeira passaram a funcionar como agregados produtivos aos projetos industriais que resultaram da necessidade de aproveitamento das jazidas minerais, bem como o desmatamento que vem ocorrendo no Alto Mearim/Grajaú. A partir dos anos 1980, foram implantados grandes projetos para industrializar a bauxita para a produção do alumínio primário e da alumina em São Luís, para a produção de ferro-gusa em Açailândia (Alto Gurupi e Pindaré) e para extração e exportação de ferro, manganês e outros minerais, também em São Luís.

*Lençóis Maranhenses - MA*

Além das unidades industriais minero-metalúrgicas anteriormente citadas, que têm um alto potencial poluidor, na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental existem indústrias como a de produção de celulose, na bacia do rio Itapecuru. Os impactos ambientais dos grandes complexos industriais podem ser diminuídos por meio do controle e do tratamento dos vários efluentes. Existem também registros de danos aos recursos hídricos, provocados por pequenas atividades industriais, principalmente na região metropolitana de São Luís e em outras cidades localizadas nas bacias dos rios Mearim e Itapecuru, como Bacabal, Caxias e Codó.

Outro impacto significativo é a expansão da produção de ferro-gusa na região oeste da bacia, que gera um crescente aumento da demanda de carvão vegetal, além da grande quantidade de efluentes atmosféricos e líquidos (água de lavagem dos gases, água de resfriamento do alto-forno e água de granulação da escória).

A Figura 21, a seguir, apresenta as principais fontes de poluição da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental.



**Figura 21 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição - Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental**

- |  |          |  |         |  |  |  |                             |  |                               |  |   |
|--|----------|--|---------|--|--|--|-----------------------------|--|-------------------------------|--|---|
|  | Capitais |  | Cidades |  | Rios   |  | Limite estadual             |  | Limite da região hidrográfica |  | Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição |
|  |          |  |         |  | Áreas com solo exposto, pastagens ou vegetação pouco densa |  | Áreas com cobertura vegetal |  |                               |  |   |





Interfoto - Paulo Santos

Delta do Rio Parnaíba - PI

#### 4.4. Região Hidrográfica do Parnaíba

O rio Parnaíba é o segundo rio mais importante da região Nordeste, após o rio São Francisco. Sua região hidrográfica é extensa e abrange o Estado do Piauí e parte dos Estados do Maranhão e do Ceará.

A caatinga destaca-se como um importante bioma dessa região. Promover a conservação da biodiversidade da caatinga não é uma ação simples, uma vez que grandes obstáculos precisam ser superados. O primeiro deles é a falta de um sistema regional eficiente de áreas protegidas, visto que nenhum outro bioma brasileiro tem tão poucas Unidades de Conservação de proteção integral quanto a caatinga. O segundo é a falta de inclusão do componente ambiental nos planos regionais de desenvolvimento.

Em relação à pequena zona costeira da região, o Delta do Parnaíba foi indicado pelo Projeto de Conservação e de Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio) (MMA/SBF, 2002)<sup>15</sup> como área de extrema importância, caracterizado por expressivo manguezal. Esse ecossistema tem sofrido grandes pressões antrópicas, principalmente de sa-

linas, carcinicultura, riziculturas com o uso de agrotóxicos, desmatamentos, sobrepesca de caranguejos e camarões e atividades turísticas.

##### Esgoto doméstico e resíduos sólidos

Na bacia do Parnaíba, são insuficientes as informações sobre a qualidade das águas superficiais. Entretanto, por meio da estimativa da carga poluidora doméstica lançada, observa-se que os maiores problemas estão nas regiões dos maiores aglomerados urbanos, como Teresina, Parnaíba, Picos, Piripiri e Crateús. A carga poluidora doméstica lançada na região hidrográfica é estimada em 122 t DBO<sub>5,20</sub>/dia. Cabe destacar o impacto dos esgotos na área litorânea (cidade de Parnaíba), uma vez que isso tem afetado as atividades turísticas e econômicas, além de aumentar o risco associado à propagação de doenças de veiculação hídrica.

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Canindé/Piauí (SRH, 1999)<sup>17</sup>, em vários rios os níveis consideráveis de concentração de poluentes orgânicos devem-se muito mais às baixas vazões observadas em épo-

cas mais secas do que propriamente ao lançamento de grandes cargas orgânicas nos rios.

Os rios que cortam importantes centros urbanos da região, como os rios Poti, Guaribas, Gurguéia, Parnaíba e outros, são afetados pela poluição oriunda do lixo urbano e hospitalar. Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Canindé/Piauí (SRH, 1999)<sup>17</sup>, tal prática traz como consequência o acometimento de parcela significativa da população da bacia por doenças de veiculação hídrica, tais como a cólera e a dengue. É importante salientar que, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a grande maioria das sedes municipais da bacia do rio Parnaíba utiliza lixões para deposição de resíduos sólidos que não adotam medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública.

### Poluição industrial

O setor secundário é ainda pouco expressivo, com destaque para a agroindústria de açúcar, álcool e couro. Algumas cidades possuem zonas industriais em fase de expansão, como Teresina, Floriano, Parnaíba e Picos, no Piauí, e Balsas, no Maranhão.

O baixo nível de industrialização regional faz com que a indústria pouco interfira na degradação da qualidade da água. No entanto, existem indústrias que lançam seus efluentes no rio Parnaíba, que recebe também esgotos domésticos, tornando suas águas impróprias para o consumo humano e comprometendo sua balneabilidade (MMA, 1998)<sup>13</sup>.

### Atividades agropecuárias

A estrutura produtiva regional baseia-se nas atividades agropecuárias, com maior destaque para a agricultura de sequeiro (soja, arroz, feijão, milho, caju, algodão, cana-de-açúcar). A rizicultura é cultivada em áreas alagáveis, especialmente no Platô de Guadalupe e nos Tabuleiros Litorâneos, no Piauí, e nos Tabuleiros de São Bernardo, no Maranhão. A agricultura irrigada ainda não é significativa, apesar do grande potencial para a fruticultura (manga, coco, maracujá e banana).

A porção leste da região está se tornando uma importante área produtora de caju e de mel, principalmente nos últimos dez anos, como consequência do desenvolvimento de pesquisas e de novos arranjos produtivos.



*Rio Parnaíba, nas proximidades de Teresina – PI*

Margi Moss, Projeto Brasil das Águas





Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Rio Poti - PI

Na porção sul da região, existe a perspectiva de que esta se torne uma extensão das áreas agrícolas atualmente em expansão no cerrado nordestino, cuja produção se baseia na soja. Conseqüentemente, essa área constitui-se em uma região potencialmente poluidora dos recursos hídricos pelo emprego de agrotóxicos, adubos orgânicos e químicos.

Conforme a Gerência de Estado de Qualidade de Vida do Estado do Maranhão (1999)<sup>37</sup>, na região de Balsas têm sido implementados grandes projetos agrícolas. Atualmente, a região vem sofrendo um processo de degradação ambiental pelo uso intensivo do solo para práticas agrícolas. Essa área é conhecida como grande produtora de soja do Maranhão, e quase todos os empreendimentos dessa natureza têm utilizado tecnologias avançadas, com o objetivo de aumentar os índices de produtividade e minimizar os custos de produção.

### Salinização

Quanto à salinidade das águas superficiais da bacia do Parnaíba, no Estado do Ceará, a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (Cogerh) e a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace) realizam um monitoramento indicativo dos níveis de salinidade dos principais açudes do estado (COGERH, 2005)<sup>26</sup>. Segundo dados de uma campanha realizada em 2002, dos nove açudes monitorados no Estado do Ceará, inseridos na Região Hidrográfica do Parnaíba, dois açudes foram classificados como C3 para a classificação do DNOCS. A água classificada nessa categoria não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem e requer práticas especiais para uso (COGERH, 2001)<sup>23</sup>.

A Figura 22 apresenta as principais fontes de poluição da Região Hidrográfica do Parnaíba.



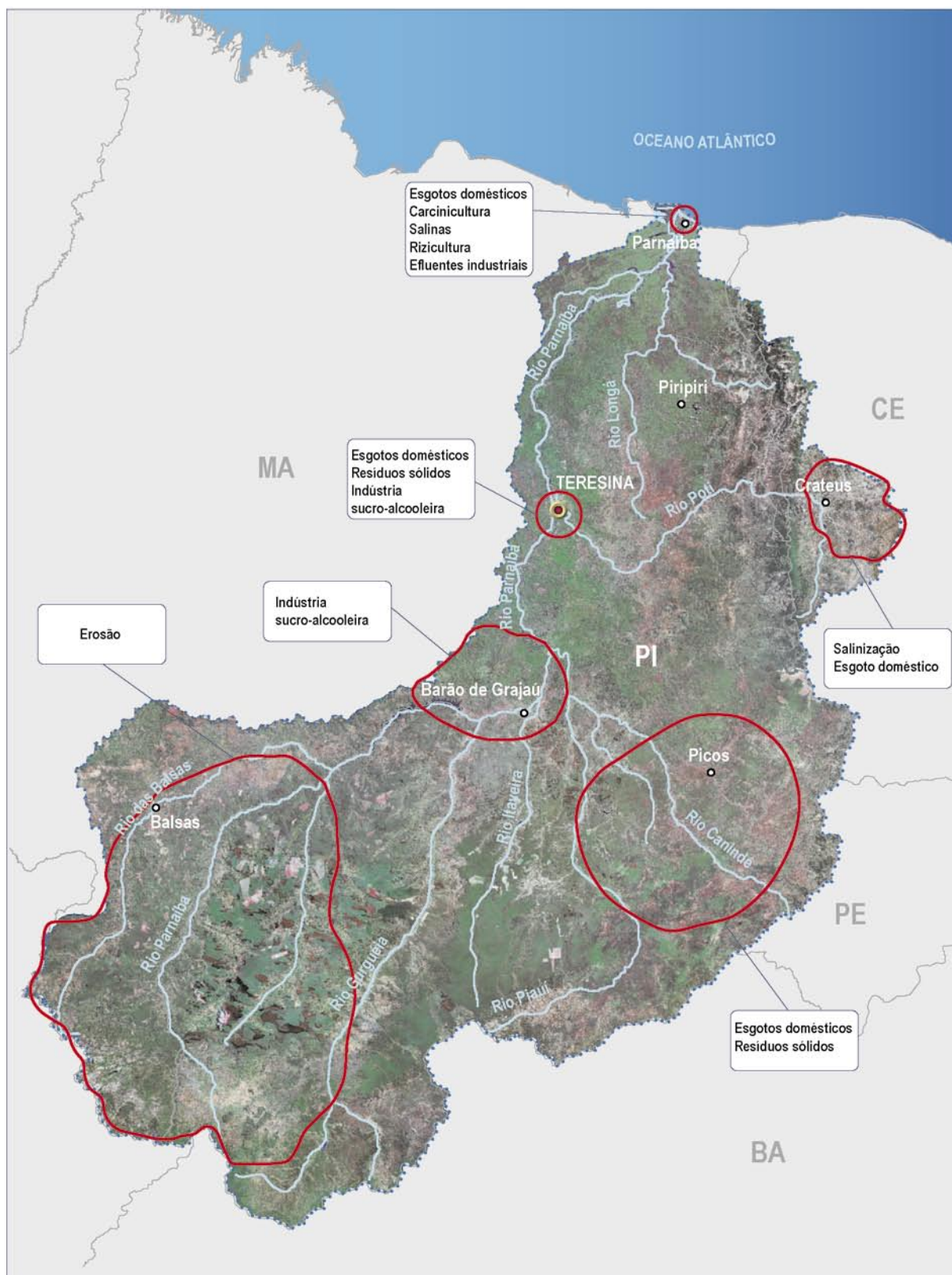


Figura 22 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição – Região Hidrográfica do Parnaíba





Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Lagoa do Mundaú - AL

#### 4.5. Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental

A Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental contempla cinco importantes capitais do Nordeste (Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife e Maceió) e dezenas de grandes núcleos urbanos. Nesse cenário, destaca-se o fato de a região circunscrever mais de uma dezena de pequenas bacias costeiras, caracterizadas pela pouca extensão e vazão de seus corpos d'água.

##### Esgotos domésticos e resíduos sólidos

Um grande problema verificado nos rios da região é o comprometimento da qualidade de suas águas pelo lançamento de efluentes domésticos, principalmente em grandes cidades. A zona litorânea é a mais atingida por causa da expansão urbana e das atividades turísticas, as quais provocam distúrbios ambientais sérios, por meio de poluição hídrica por esgotos, retirada da vegetação e aterros de manguezais e deposições de resíduos sólidos em rios e mangues.

Outro fator preocupante é o crescimento desordenado de alguns núcleos urbanos em direção aos reservatórios que servem de fonte para abastecimento humano, ou o seu posicionamento numa distância relativamente pequena, contribuindo para

aumentar os riscos de contaminação das águas represadas por efluentes sanitários, hospitalares e industriais.

A qualidade dos recursos hídricos superficiais da região hidrográfica adquire maior significância quando se considera o caráter intermitente de grande parte dos seus cursos d'água, cuja capacidade de autodepuração é praticamente nula. No caso específico dos reservatórios, aparece como fator agravante o regime lântico, que é propulsor de fenômenos como a eutrofização e a salinização das águas represadas.

Os centros urbanos localizados no entorno de corpos hídricos, ou que são atravessados por eles, são fontes de poluição de esgotos domésticos em virtude da inexistência de sistema adequado de coleta e tratamento de seus efluentes. Além disso, é bastante provável que a não-existência de soluções coletivas para a coleta e o tratamento dos esgotos domésticos leve a população desses centros a fazer uso de sistemas individuais de esgotamento, na grande maioria das vezes sem o devido projeto técnico, como fossas negras, que irão poluir as águas subterrâneas



do lençol freático, muitas vezes utilizado como fonte de abastecimento humano por meio de cacimbas e poços. Muitas aglomerações urbanas lançam parte de seus esgotos brutos na rede de drenagem natural ou no sistema de drenagem urbana, que por sua vez são direcionados aos rios ou riachos.

Em algumas das unidades hidrográficas costeiras, particularmente aquelas ocupadas por regiões metropolitanas, é grave a questão da poluição hídrica pelo lançamento de esgotos domésticos. Estima-se que a carga orgânica doméstica remanescente na região hidrográfica seja de 765 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, o que representa 12% do total do país. Os maiores valores encontram-se nas unidades hidrográficas do Capibaribe, litoral do Ceará e Mundaú, onde estão localizadas as regiões metropolitanas de Recife, Fortaleza e Maceió, respectivamente.

Na unidade hidrográfica do Mundaú existem, além dos inúmeros rios de pequeno porte, característicos de regiões litorâneas, dois rios que merecem destaque: o rio Mundaú e o rio Paraíba do Meio. Ambos nascem em Pernambuco, cruzam o Estado de Alagoas e desembocam no complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba. Os rios recebem os esgotos urbanos das cidades que atravessam (cerca de 731.500 habitan-

tes distribuídos em 35 municípios), o que significa um impacto de 38 t DBO<sub>5,20</sub>/dia. Além disso, cerca de 295 toneladas de lixo têm disposição inadequada em toda a área das bacias Mundaú e Paraíba do Meio/Sumaúma e Remédios (IMA, 2000)<sup>45</sup>.

O turismo, desenvolvido principalmente por toda a extensão litorânea da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, vem crescendo gradativamente nas últimas décadas, tornando-se uma atividade promissora e importante para a economia da região. Contudo, em muitas cidades tais atividades são realizadas sem planejamento e sem infra-estrutura, e a concentração descontrolada dos estabelecimentos gera desequilíbrio, em razão da produção gradativa de efluentes domésticos, da ocupação desordenada do solo e de outros fatores incompatíveis com a resiliência do ambiente.

Um outro grave problema verificado nas unidades hidrográficas da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental é a disposição inadequada de resíduos sólidos. Conforme o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (COGERH, 2002a)<sup>25</sup>, a coleta e a destinação final dos resíduos sólidos gerados pelas atividades antrópicas desenvolvidas principalmente nos aglomerados urbanos



Palafitas no Delta do Capibaribe - Recife - PE



de maior porte são alvo de preocupação, considerando o crescimento do volume gerado, os problemas de saúde pública e a agressão ao meio ambiente decorrentes do seu manuseio e deposição inadequados.

Segundo o PERH/PE (SECTMA, 1998)<sup>80</sup>, o lixo jogado às margens dos rios e dos canais, ou diretamente em suas águas, constitui-se em cargas poluidoras orgânicas ou tóxicas significativas. O chorume escoado dos lixões das periferias urbanas tem elevado potencial poluidor, sendo este um grave problema na Região Metropolitana do Recife.

Margens de rios em zonas urbanas invadidas por palafitas ou casas sem sistemas de saneamento ambiental são encontradas nas principais cidades das bacias litorâneas. Os rios nesses trechos, embora muito contaminados, ainda são utilizados para lavagem de roupas, criatório de animais domésticos, lazer e outras atividades que expõem a população a doenças de veiculação hídrica. Essas doenças, como cólera, leptospirose e esquistossomose, têm incidência significativa em vários estados da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.

### Atividades agropecuárias e aquicultura

Em grande parte da região hidrográfica, o uso e o manejo dos solos são inadequados. Segundo MMA (1998)<sup>13</sup>, entre as práticas impróprias desenvolvidas na região destacam-se o cultivo em áreas inadequadas (por exemplo, a cana-de-açúcar em terras de relevo movimentado, nas sub-bacias alagoanas) associado ao mau manejo da irrigação, e ainda o desmatamento, com a remoção da vegetação nativa (na bacia do Jaguaribe, em Araripe, e na bacia do Acaraú, em Ibiapaba e Sobral, no Estado do Ceará). Tais atividades podem acarretar o desenvolvimento de processos erosivos, a formação de áreas desertificadas e a salinização dos solos devido ao elevado déficit relativo de evapotranspiração. Parte significativa das bacias costeiras apresenta vulnerabilidade moderada a acentuada dos solos, uma das características da região semi-árida.

Na unidade hidrográfica do rio Jaguaribe, por exemplo, conforme o Plano de Gerenciamento das Águas da

Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH, 2002a)<sup>24</sup>, um quarto da área total da bacia já sofreu processo antrópico, restando menos de dois terços da bacia como área virgem, que ainda pode ser alvo de um planejamento racional para sua exploração e/ou preservação, segundo uma política de desenvolvimento sustentável.

Dentre as atividades de grande impacto ambiental, destaca-se a ação antrópica sobre a Caatinga, devastada pela pecuária, e sobre a Zona da Mata, desmatada para a implantação da cultura canavieira. O desmatamento não ocorre somente em decorrência de práticas agrícolas, mas também para a produção de lenha, carvão e material de construção o que contribui para acelerar os impactos ambientais.

Os manguezais, ecossistemas costeiros que desempenham importantes funções ambientais, têm sido alvo de degradação por ação antrópica, como as atividades turísticas e o desmatamento, que muitas vezes interrompem o fluxo natural das águas no estuário, resultando em aumento da salinidade, com conseqüente eliminação das espécies mais sensíveis da fauna, bem como excessiva salinização dos solos, tornando-os estéreis.

Em relação aos estuários, aos manguezais e às lagoas costeiras, no Ceará destacam-se os estuários dos rios Jaguaribe e Coco, além das áreas estuarinas de alta biodiversidade de Aracati, Camocim e Barroquinha. Essas áreas têm sido utilizadas para aquicultura, sendo marcadas também pela pesca predatória, a sobrepesca, a expansão urbana, as indústrias e a falta de saneamento básico.

No Rio Grande do Norte, as áreas de Curimataú/Cunhaú, lagoa do Guaraíra e o rio Potengi, caracterizados por estuários e manguezais com ampla biodiversidade e riqueza de espécies de importância socioeconômica, estão sob forte pressão antrópica, decorrente das atividades de carcinicultura, indústria canavieira, esgotos domésticos e hospitalares, além do extrativismo.

Os Estados da Paraíba e de Pernambuco apresentam também estuários e manguezais importantes pela alta biodiversidade e pela riqueza de espécies de interesse econômico e sociocultural. As ameaças mais importan-

Margi Moss, Projeto Brasil das Águas



Cultivo de camarão nas proximidades da cidade de Natal-RN

tes são: a ocupação humana, os efluentes químicos, o desmatamento, a especulação imobiliária, as pressões antrópicas oriundas de agroindústrias, os canaviais com uso de agrotóxicos e os efluentes urbanos.

Os perímetros irrigados em operação, públicos ou privados, conforme o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH, 2002a)<sup>24</sup>, são na realidade as maiores fontes de poluição de natureza agrícola, uma vez que dado o caráter econômico de sua exploração, é mais provável que se faça uso abusivo de pesticidas e fertilizantes do que nas áreas em que se pratica uma agricultura meramente de subsistência, onde normalmente os agricultores não dispõem de renda ou linhas de crédito para custeio de pesticidas e/ou fertilizantes. Nessa bacia, as maiores áreas irrigadas concentram-se na bacia do Médio Jaguaribe.

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SRH/RN, 2001a)<sup>84</sup>, a agricultura irrigada é uma atividade recente no estado, datando de meados da década de 1970, introduzida por gran-

des programas governamentais, tais como Provárzeas, Proine e Projeto Nordeste, com empreendimentos de portes variados, com destaque para a fruticultura voltada à exportação. A maioria dos projetos ocupa áreas nos vales do Açu, Apodi e Seridó. Nessas áreas, a agricultura irrigada acarreta externalidades ambientais indesejáveis resultantes dos processos de desmatamento, riscos de salinização dos solos, utilização e contaminação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, suscetibilidade de processos erosivos, entre outros.

Conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (SEMARH/PB, 2004a)<sup>87</sup>, a área que praticamente coincide com a bacia do rio Piranhas (excluindo a bacia do Rio Seridó) em sua parcela paraibana é uma região de risco de poluição em razão dos campos irrigados já implantados e dos novos projetos a serem viabilizados num futuro próximo. Também na bacia do rio Paraíba, principalmente nas sub-bacias do Taperoá e do alto curso do rio, as atividades agrícolas apresentam risco de poluição dos mananciais.

## Poluição industrial

A Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental tem um significativo parque industrial. Dentre as indústrias mais poluidoras destaca-se o complexo sucro-alcooleiro, principalmente ao longo da Zona da Mata, nos Estados de Pernambuco, Alagoas e Paraíba, pelo lançamento do vinhoto, água de lavagem da cana e água das colunas barométricas. Tais efluentes são caracterizados pela presença de grande quantidade de matéria orgânica.

A contaminação pelo vinhoto tem sido consideravelmente reduzida pelo crescente emprego deste na forma de fertirrigação. No entanto, a água de lavagem da cana prévia à moagem continua contaminando as águas com resíduos de agrotóxicos, materiais sólidos e outros poluentes.

Nas bacias contribuintes ao complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba desenvolve-se, em grande escala, o cultivo da cana-de-açúcar (27,5% da área das bacias). Nessa bacia estão localizadas grandes usinas de açúcar e destilarias de álcool, além de atividades industriais de pequeno e médio portes, como matadouros, curtumes e fábricas de fertilizantes. Segundo os Planos Diretores de Recursos Hídricos das Bacias do Rios Mundaú (COTEC, 1998)<sup>29</sup> e Paraíba do Meio/Sumaúma e Remédios (COTEC, 2000)<sup>30</sup>, o potencial poluidor dessas indústrias é de 350 t DBO<sub>5,20</sub>/dia (Safrá de 1998). O problema torna-se mais grave ao se verificar que o período de safrá e moagem da cana-de-açúcar (setembro a março) coincide com o período de estiagem.

O rio Mundaú tem suas nascentes em Garanhuns, importante pólo onde estão centralizadas atividades de naturezas diversas, tais como: indústrias de extração mineral, metalúrgicas, químicas e farmacêuticas, têxteis e de bebidas. Nessa bacia, as grandes usinas e destilarias de álcool são as principais representantes da atividade industrial. A sub-bacia do rio Remédios, nas imediações de Maceió, abriga o pólo industrial cloroquímico formado por unidades de cloro-álcali, eteno, 1,2-dicloroetano, MVC e PVC.

Segundo o PERH/PE (SECTMA, 1998)<sup>80</sup>, os efluentes industriais são um dos principais agentes

poluidores dos mananciais do Estado de Pernambuco.

Conforme o Relatório de Monitoramento de Bacias Hidrográficas de Pernambuco, elaborado pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), as principais indústrias localizadas nas bacias pernambucanas são as: sucro-alcooleiras, alimentícias, químicas, de produtos farmacêuticos e têxteis, de papel/papelão, metalúrgicas, de bebidas, de minerais não metálicos e de matéria plástica.

Conforme o PERH/PE (SECTMA, 1998)<sup>80</sup>, das indústrias cadastradas na CPRH, na época de elaboração do Plano, aproximadamente 10% foram consideradas geradoras de efluentes com carga orgânica potencial, uma vez que algumas mantinham unidades de tratamento que reduzem a carga efetiva lançada nos rios. Não fosse a fertirrigação, a contribuição dessas indústrias e o empenho da CPRH, os cursos de água e os mananciais poderiam estar em situação mais precária quanto à qualidade de suas águas. É destacado neste documento que os efluentes industriais com composição química diferenciada são muito mais prejudiciais quando lançados aos cursos de água do que os resíduos orgânicos. Os efluentes químicos geralmente portam elementos tóxicos ou elementos que, ao se combinarem, geram substâncias consideradas neurotóxicas. A toxicidade das águas e sedimentos dos rios, não raro, instala um quadro de degradação muitas vezes de consequências desastrosas e efeitos irrecuperáveis. Indústrias de produtos químicos, tintas, têxteis, papel, curtume, metalúrgicas e casas de farinha são citadas como exemplos de indústrias com efluentes tóxicos ao meio ambiente.

No PERH/PE (SECTMA, 1998)<sup>80</sup> são calculadas as cargas poluidoras remanescentes das atividades industriais. Essas cargas foram estimadas como efetivas e calculadas a partir da eficiência do sistema de tratamento de cada unidade industrial. No período de safrá da indústria sucro-alcooleira, as maiores cargas remanescentes das atividades industriais desenvolvidas nas bacias pernambucanas da Região Hidrográfi-



ca Atlântico Nordeste Oriental estavam concentradas nas unidades hidrográficas dos rios Una, Goiana, Ipojuca, Sirinhaém e Jaboatão. No período da entressafra, o maior potencial efetivo estava instalado na bacia do Ipojuca, seguida das bacias dos rios Capibaribe, Jaboatão e Paratibe.

A principal atividade desenvolvida nas bacias dos rios Apodi e Piranhas-Açu, no Estado do Rio Grande do Norte, é a produção de petróleo e gás natural, cuja extração terrestre se dá nos municípios de Mossoró e Alto Rodrigues. Conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte (PERH/RN) (SRH/RN, 2001a)<sup>84</sup>, a extração de petróleo e gás natural apresenta algumas externalidades ambientais nas várias etapas de cada empreendimento, tais como: imobilização de áreas vegetadas, lançamento de poeiras e gases, sobrecarga no sistema viário, riscos de acidentes e vazamentos localizados, destinação inadequada de efluentes dos processos industriais. Também na bacia do Piranhas-Açu há uma proliferação de indústrias ceramistas nas regiões de Caicó e Baixo Açu, que em seus processos de fabricação geram material particulado, resultante da combustão de lenha nos fornos, além de se realizar o desmatamento para fins energéticos.

Apesar de a indústria alimentícia ser incipiente no Rio Grande do Norte, o setor de beneficiamento de produtos pesqueiros, principalmente lagosta e camarão, é importante na unidade hidrográfica do rio Potengi, na cidade de Natal, e promissor em todo o litoral do estado. No processo de beneficiamento são gerados efluentes orgânicos que atingem principalmente o rio Potengi. Nas bacias onde está localizada a Região Metropolitana de Natal (Potengi e Pirangi), o setor têxtil vem assumindo posição de destaque, com a multiplicação de unidades fabris. Em tal atividade, há uma geração de efluentes químicos oriundos de processos de lavagem e fixação de cores, que geram resíduos orgânicos e metais pesados, como o acetato de chumbo.

Em várias bacias da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental os efluentes oriundos de matadouros contribuem para a poluição dos corpos d'água.

Conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH/PB) (SEMARH/PB, 2004)<sup>87</sup>, a poluição de origem industrial é mais forte nas bacias hidrográficas do litoral do estado, destacando-se os rios Gramame, Mambuaba e Manguape e seus tributários, também submetidos aos impactos poluidores e às descargas de agrotóxicos das atividades de plantio e industrialização da cana-de-açúcar (açúcar e álcool). O rio Mussurê, por exemplo, é um dos mais impactados, pois atravessa a grande João Pessoa e seu distrito industrial, recebendo os efluentes industriais e domésticos e os resíduos sólidos.

Na bacia do rio Paraíba, destaca-se a cidade de Campina Grande, com um parque industrial significativo, onde se distingue a indústria coureira com grande potencial poluidor.

Segundo o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH, 2002a)<sup>24</sup>, os municípios da referida unidade hidrográfica que apresentam maior potencial poluidor por despejos industriais são, na ordem decrescente: Aracati, Crato, Juazeiro do Norte, Quixadá, Iguatu e Barbalha, correspondendo assim às zonas mais industrializadas da bacia. Entre as principais atividades desenvolvidas destacam-se as indústrias metalúrgicas, as de produtos alimentícios, as de papel e as de vestuário.

Na bacia do litoral do Ceará, onde está localizada a Região Metropolitana de Fortaleza, segundo o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (COGERH, 2002b)<sup>25</sup>, os segmentos que apresentam maior potencial poluidor dos recursos hídricos são: matadouros, bebidas (cerveja e destilarias de aguardente), curtumes, têxtil, produtos alimentícios (beneficiamento do pescado e laticínios), químico (álcalis e cloro, petroquímico, refinaria de petróleo, extração e refino de óleo vegetal e detergentes), papel e papelão, produtos farmacêuticos, siderúrgico, além da extração e da distribuição de petróleo e das lavanderias industriais. Nos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia, Maranguape e Pecém (com a recente implantação do Complexo Industrial/Portuário do Pecém) estão concentradas as áreas onde os riscos de poluição industrial são mais acentuados em virtude da elevada presença de unidades industriais.



Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Açude de Orós - CE

### Salinização

Grande parte da superfície da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental está inserida na região semi-árida, onde as chuvas se concentram num período de três a cinco meses, com distribuição temporal e espacial muito irregular. Quando o maior consumo de água de um reservatório se dá por evaporação, ocorre um processo de salinização progressiva.

O processo de salinização dos reservatórios é função também do seu regime de operação, o qual influencia diretamente na concentração de sais dissolvidos por meio do balanço de massa. A proximidade de alguns reservatórios da costa também é fator decisivo para a determinação da amplitude do processo de salinização, graças ao transporte de aerossóis marinhos.

A magnitude da concentração de sais dissolvidos na água pode influenciar direta ou indiretamente alguns de seus usos múltiplos, chegando até, em casos extremos, a inviabilizá-los. Esse conteúdo é geralmente expresso pela condutividade elétrica da água. Sendo a água pura um isolante elétrico, quanto maior for a sua condutividade elétrica, mais íons estarão presentes no líquido, aumentando, portanto, o risco de salinidade. Águas com alta condutividade elétrica

podem causar a salinização de solos onde se pratica cultura irrigada, reduzir a produtividade em projetos de piscicultura, interferir em processos industriais, além de impedir seu consumo por conferir gosto salgado, podendo, em alguns casos, causar problemas de hipertensão arterial.

Conforme o PERH/PB (SEMARH/PB, 2004)<sup>87</sup>, os principais inconvenientes para o uso múltiplo das águas de todas as bacias do estado se associam com a salinidade (cloretos em concentrações maiores em bacias específicas). A maioria das águas é potabilizável, e as de melhor qualidade e sem restrições para o consumo humano se concentram nas bacias do litoral, incluindo a região do baixo rio Paraíba e na bacia do rio do Peixe (na bacia do rio Piranhas), sendo as de menor salinidade e de melhores características organolépticas (aspecto, sabor, odor), assim como de menor cor e dureza.

São consideradas águas boas, embora com algumas restrições pela salinidade mais elevada, aquelas dos açudes situados em outras sub-bacias do rio Piranhas (exceto a região do médio Piranhas), das regiões alta e média do rio Paraíba e da sub-bacia do rio Taperoá. A região do meio rio Piranhas apresenta qualidade um pouco inferior às anterio-

res, caracterizada como de salinidade pequena e média, enquanto a sub-bacia do Seridó apresenta açudes mais salinizados e de águas mais duras. Os piores resultados são encontrados nas bacias dos rios Jacu e Curimataú, com altas restrições à potabilização em razão da salinidade extrema, que não é eliminada com o tratamento convencional das Estações de Tratamento de Água, precisando de processos avançados (dessalinização) (SEMARH, 1999)<sup>86</sup>.

O Projeto de Monitoramento dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SRH/RN, 2001b)<sup>85</sup> realizou coletas em 44 açudes e em 20 pontos de vários rios do estado. Dentro do conjunto dos pontos amostrados foram caracterizadas como salobras as águas dos açudes Santa Cruz, Caldeirão e Poço Branco, localizados nas bacias dos rios Trairi, Piranhas-Açu e Ceará-Mirim, respectivamente. Para as águas dos rios, nove pontos localizados nas bacias dos rios Apodi, Piranhas-Açu, Trairi, Curimataú e Ceará-Mirim foram caracterizados como de águas salobras. Além disso, um ponto do rio Potengi e outro do rio Mossoró, localizados nas bacias dos rios Potengi e Apodi, respectivamente, foram caracterizados como água salina.

Dentre as bacias monitoradas pela CPRH/PE, segundo o Relatório de Monitoramento das Bacias Hidrográficas do Estado de Pernambuco (CPRH, 2004)<sup>3</sup>, nas bacias dos rios Capibaribe e Ipojuca, em alguns trechos são encontrados os maiores teores de sais, podendo-se inclusive classificar a água como salobra.

O Departamento Nacional de Obras contra a Seca (Dnocs) utiliza uma classificação da água para irrigação de quatro níveis (C1, C2, C3 e C4), que, em ordem crescente, indicam o perigo de salinidade. As águas classificadas como C3 não podem ser usadas em solos com deficiência de drenagem e requerem práticas especiais para uso; as águas caracterizadas como C4 não são apropriadas para irrigações sob condições normais.

No Estado do Ceará, a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (Cogerh) e a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace) realizam um monitoramento indicativo dos níveis de salinidade dos principais açudes do estado. Segundo dados de uma campanha realizada em 2002, dos 115 açudes monitorados no estado, inseridos na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, 22 e 3 açudes foram classificados como C3 e C4, respectivamente. A Tabela 7, a seguir, apresenta a localização dos referidos açudes, segundo unidades hidrográficas.

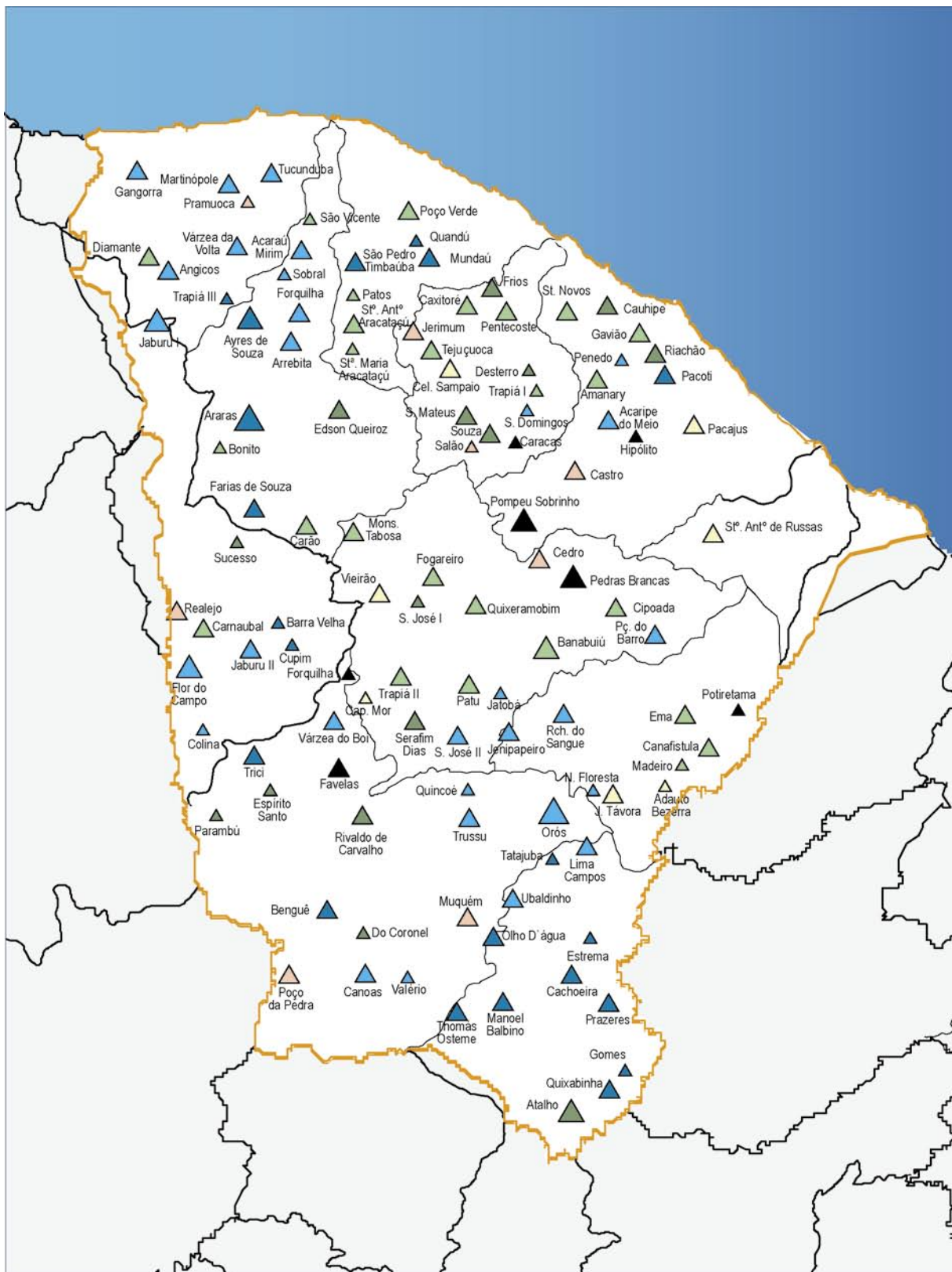
A Figura 23, a seguir, apresenta o mapa da concentração de íons cloreto referente aos açudes monitorados pela Cogerh na campanha de abril de 2001.

Um outro grave problema verificado em muitas unidades hidrográficas da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental é a dureza das águas. Tal característica resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), o que limita seus usos na indústria, na irrigação, dificulta as tarefas domésticas (resíduos nas panelas, sabor em

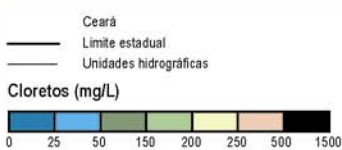
**Tabela 7 - Localização dos açudes classificados como C3 e C4 segundo seus níveis de salinidade**

Unidade hidrográfica		Nº de açudes com a classificação C3	Nº de açudes com a classificação C4
Coreaú		1	0
Acaraú		1	0
Curu		3	0
Litoral		4	1
Jaguaribe	Alto	1	2
	Salgado	3	0
	Banabuiú	5	0
	Médio	3	0
	Baixo	1	0
Total		22	3





**Figura 23 – Mapa da concentração de íons cloreto referente aos açúdes monitorados pela Cogerh no Estado do Ceará, em campanha de abril/2004 (Cogeh, 2001)**

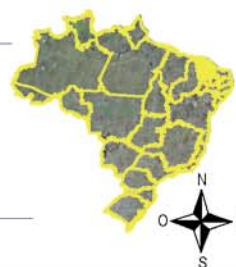


**Capacidade dos açúdes**

△ > 500 milhões de m<sup>3</sup>  
 △ 100 - 500 milhões de m<sup>3</sup>  
 △ 10 - 100 milhões de m<sup>3</sup>  
 △ 1 - 10 milhões de m<sup>3</sup>

**Unidade hidrográfica**

1 - Alto Jaguaribe 7 - Coreá  
 2 - Salgado 8 - Curu  
 3 - Banabuiú 9 - Parnaíba  
 4 - Médio Jaguaribe 10 - Metropolitana  
 5 - Baixo Jaguaribe 11 - Litoral  
 6 - Acaraú



Fonte: Rede de Monitoramento da Qualidade de Água Operada pela Cogerh (2001)<sup>23</sup>

alguns alimentos após a cocção, lavagem de roupas – menor formação de espuma com sabão, etc.) e pode causar efeitos laxativos.

Segundo o PERH/PB (SEMARH/PB, 2004)<sup>87</sup>, a maioria das águas da Paraíba, de fontes superficiais ou subterrâneas, caracteriza-se por ser dura, muito dura ou moderadamente dura (54,5% das amostras). Dos 97 açudes analisados, aproximadamente a metade apresentou águas duras ou moderadamente duras, e a outra metade apresentou águas brandas. As mais duras concentram-se nas sub-bacias do alto Paraíba, Taperoá e Seridó e nas bacias do Jacu e do Curimataú.

### Mineração

Segundo o PERH/RN (SRH/RN, 2001a)<sup>84</sup>, o Estado do Rio Grande do Norte detém importantes jazidas de minerais de interesse econômico, principalmente nas unidades hidrográficas do Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu. As atividades minerárias são praticadas intensamente no vale do Seridó (scheelita e pegmatitos), alto oeste potiguar (águas marinhas), Mossoroense (calcário calcítico e dolomítico), litoral/agreste (diatomita e material de construção), vale do baixo Açu (mármore e granitos), além da pulverização espacial de pequenos garimpos sazonais, principalmente no Seridó, e turfa nos vales litorâneos.

A atividade minerária na Região Metropolitana de Fortaleza possui grande importância econômico-social graças ao posicionamento estratégico da fonte produtora em relação ao centro consumidor, o que resulta em geração de emprego e renda numa região com significativa densidade demográfica. Segundo o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (COGERH, 2002b)<sup>25</sup>, tais fatores impulsionaram a exploração de materiais de aplicação direta na construção civil, que, embora sejam bens minerais de baixo valor comercial, são abundantes e bem distribuídos geograficamente. Os minerais mais explorados são: areia branca, areia vermelha, areia grossa, argila, saibro, diatomito, minerais industriais (minérios de calcário, grafita, talco, mica, manganês, feldspato, caulim, titânio) e rochas. Além de possuir um caráter predatório, de modo geral a atividade nessa região não vem sendo desenvolvida

adequadamente, conforme as recomendações do Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza, bem como não obedece integralmente ao que determina a legislação, causando assim grandes impactos ao meio ambiente.

Conforme o PERH/PB (SEMARH/PB, 2004)<sup>87</sup>, os maiores impactos poluidores da mineração ocorrem nos mananciais das unidades hidrográficas do rio Piranhas (principalmente na sub-bacia do rio Seridó) e do Curimataú e na região dos Cariris, embora rios do litoral também estejam sob o impacto da extração de calcário e da produção de cimento, alterando a concentração de sais, a turbidez, o aspecto e a cor dessas águas, dificultando e onerando seu tratamento.

Na unidade hidrográfica do rio Piranhas, na sub-bacia do rio Seridó, a atividade minerária é praticada de forma extensiva, havendo garimpos de minérios de rochas calcárias, de tactitos (scheelita, principalmente), de rochas pegmatíticas hospedeiras de tantalitas, cassiteritas e de gemas preciosas e semipreciosas (berilo, turmalinas, águas marinhas, etc.) o que a torna uma das áreas mais degradadas do estado, já que a atividade minerária frequentemente está associada a desmatamentos para fins diversos, destruindo a cobertura vegetal e poluindo os recursos hídricos.

Nas bacias do rio Paraíba, principalmente no baixo curso do rio, há significativa extração de material de construção dos leitos e das margens dos rios.

### Eutrofização dos mananciais

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Paraíba/Sumaúma/Remédios (COTEC, 2000)<sup>30</sup>, o aporte de nutrientes dos escoamentos dos canaviais é elevado, e o tratamento dos esgotos e dos resíduos sólidos na unidade hidrográfica do Mundaú é incipiente. O processo de eutrofização no complexo lagunar Mundaú-Manguaba vem sendo acelerado pela intensa atividade antrópica do vale, proporcionando o surgimento da atividade bacteriana anaeróbia, que afeta o potencial pesqueiro do complexo e outras atividades, como lazer e turismo.

O Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas do Estado do Ceará (COGERH, 2002b)<sup>25</sup> usou modelos empíricos de estimativa da concentra-



Eraldo Peres

Açude Armando Ribeiro Gonçalves - RN

ção de fósforo nos corpos d'água a fim de calcular o nível trófico dos açudes da Região Metropolitana de Fortaleza. Conforme o referido plano, o açude Pacajus é potencialmente classificado como hipereutrofizado. Os açudes Pacoti, Riachão e Gavião apresentaram concentrações de fósforo em níveis razoáveis, encontrando-se no estágio mesotrófico, tendendo, porém, a eutrófico. Deve-se lembrar que os resultados obtidos com a aplicação de modelos dão apenas uma indicação do risco de eutrofização dos reservatórios, uma vez que os dados alimentadores do plano são gerados com base em critérios estabelecidos pelo operador do modelo.

O Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH, 2002a)<sup>24</sup> indicou a ocorrência ou não do processo de eutrofização dos principais açudes da bacia pela análise de imagens de satélite Landsat (julho/96). Foram analisados nove açudes, dos quais dois indicavam a ocorrência do processo de eutrofização: o açude Lima Campos e o Pedras Brancas, com aproximadamente 17% e 12%, respectivamente, de suas bacias cobertas por sedimentos e/ou macrófitas. O açude Lima Campos recebe apreciável quantidade de nutrientes transportados do açude Orós pelo túnel de ligação entre os dois reservatórios. No açude Pedras Brancas verificou-se que a região eutrofizada da bacia fica distante da barragem. Uma provável explicação para esse processo de eutrofização poderia ser a presença de destacáveis áreas agrícolas, onde as atividades são normalmente exercidas sem a devida preocu-

pação com o controle ambiental, como, por exemplo, o uso abusivo de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Conforme o PERH/PB (SEMARH/PB, 2004a)<sup>87</sup>, praticamente em todas as bacias do estado há algum açude sob impacto antropogênico, com florações freqüentes de microalgas e cianobactérias, sob efeito de descargas de esgotos domésticos, industriais e de águas de escoamento de zonas agrocultiváveis ou destinadas à pecuária. As bacias com maior impacto antrópico são as do rio Paraíba e as litorâneas dos rios Gramame, Mamabuaba e Mamanguape. Apesar de vários indicativos de eutrofização nos corpos d'água do estado, não há dados sistematizados dessas ocorrências, o que impede uma análise mais objetiva.

Embora a eutrofização aconteça principalmente em lagos e represas, o rio Mussumé, localizado na bacia do Gramame, a montante e a jusante das descargas de uma indústria, está coberto por macrófitas aquáticas (*Eichornia crassipes* – aguapé ou baronesa), que são indicadoras de condições eutróficas.

A água acumulada em alguns açudes da região fica estagnada e submetida à intensa evaporação, o que, juntamente com as escassas precipitações do Nordeste brasileiro, concentra os sais e os compostos de fósforo e nitrogênio, acelerando a eutrofização e o conseqüente crescimento de microalgas e cianobactérias, que provocam a intensa cor esverdeada. Amos-



tras coletadas durante o ano de 2003 na superfície da água e até um metro de profundidade em alguns açudes mostraram concentrações superiores a 20.000 células/mL, que é o Valor Máximo Permitido (VMP) admitido pela Portaria nº 1.469/2000 do Ministério da Saúde em água bruta de manancial e no ponto de captação de água, mostrando ser uma água inadequada para tratamento convencional e necessitar urgentemente da determinação das concentrações de cianotoxinas.

Intoxicações e mortes causadas por cianotoxinas em águas nordestinas ficaram evidentes, em 1996, após a morte de sessenta pessoas em Caruaru, no Estado de Pernambuco. As vítimas eram portadores de insuficiência renal crônica e estavam em programa de hemodiálise no Instituto de Doenças Renais. A contaminação da água utilizada na hemodiálise com microcistina, uma toxina de cianobactéria, foi identificada como a causa das mortes.

Os reservatórios de água utilizados para o abastecimento da população que são sujeitos ao aparecimento de florações de cianobactérias precisam ser monitorados para evitar riscos à saúde humana.

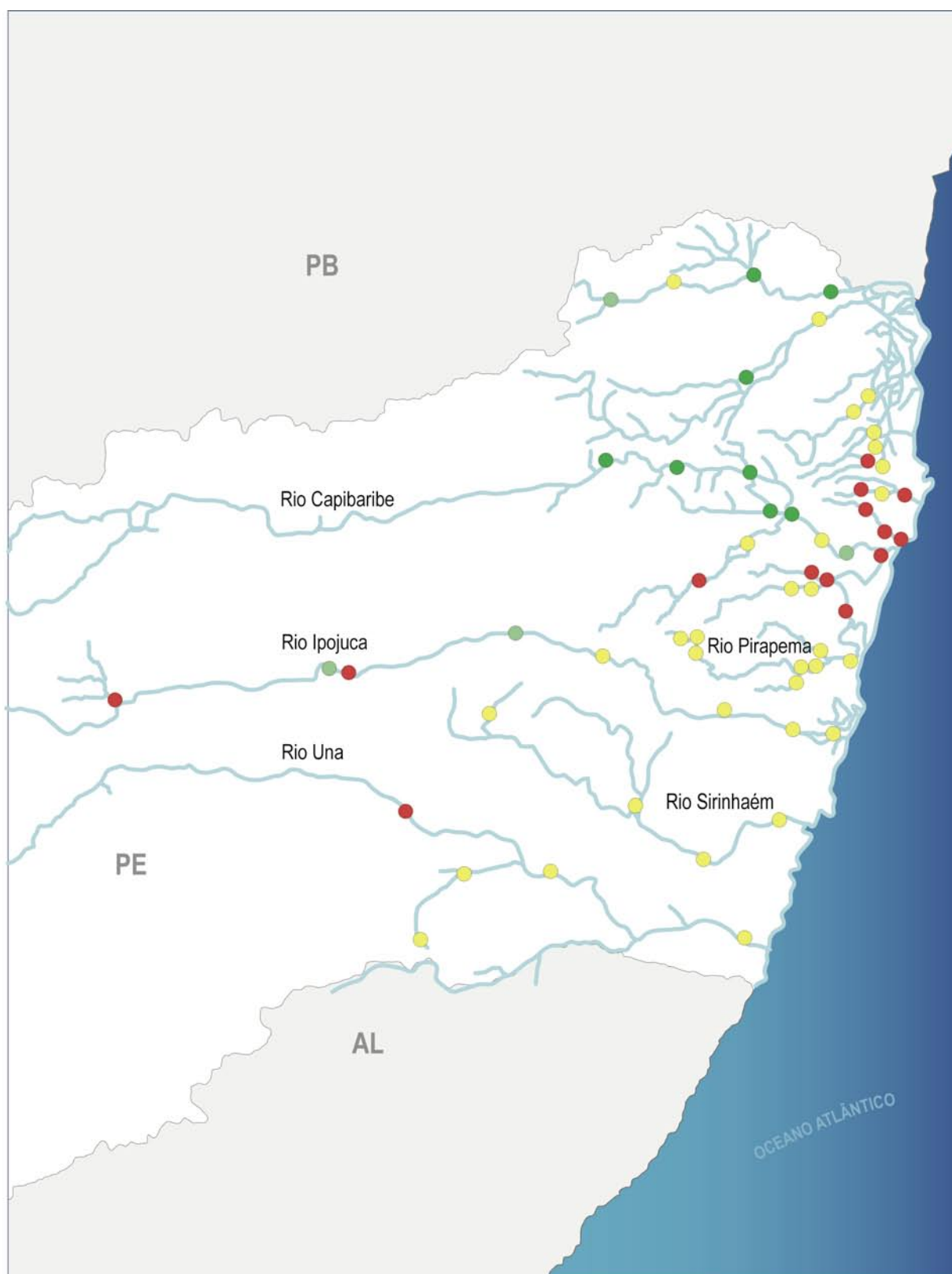
### Monitoramento

A Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco desde 1984 vem realizando o monitoramento sistemático das bacias hidrográficas que drenam para o oceano Atlântico. Um conjunto básico de parâmetros de análise é adotado para todas os pontos de monitoramento. As informações são complementadas com a determinação de coliformes fecais, conjunto de metais e parâmetros específicos, conforme as características do corpo d'água.

A Figura 24 apresenta o mapa com a classificação dos pontos monitorados nas bacias pernambucanas. Verifica-se que vários pontos dos rios Ipojuca, Sirinhaém, Una e Pirapema se encontram poluídos. Situação mais crítica pode ser observada na Região Metropolitana do Recife em corpos d'água da bacia do Capibaribe.

A Figura 25 apresenta as principais fontes de poluição da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.



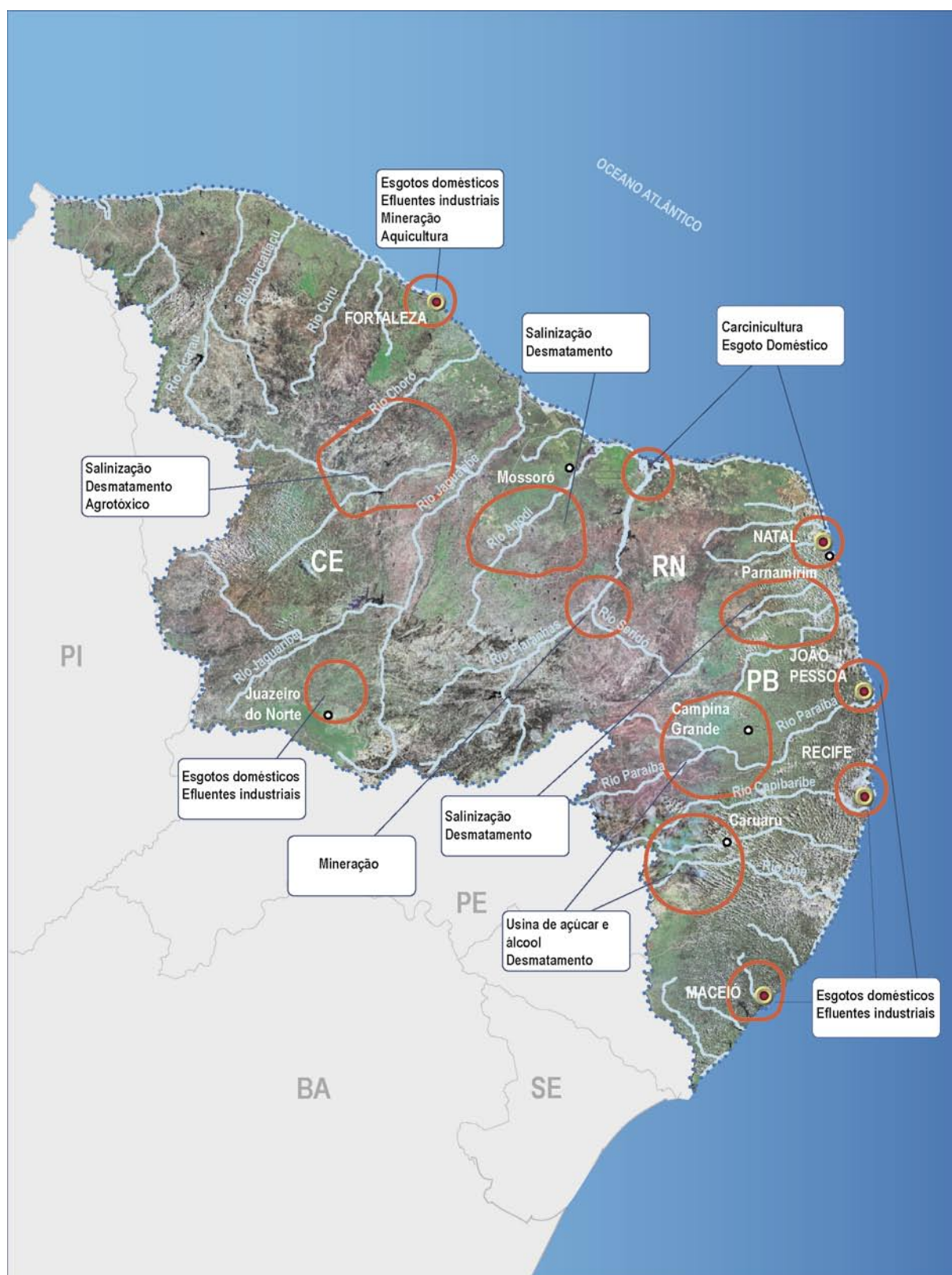


**Figura 24 – Classificação dos pontos monitorados nas bacias hidrográficas de Pernambuco**

Cor	Classificação	Condições de qualidade da água
Cinza	Não comprometida	compatível com classe 1: (Resolução Conama nº 20) <sup>11</sup> qualidade ótima, com níveis desprezíveis de poluição
Verde	Pouco comprometida	compatível com classes 2, 5 e 7: qualidade da água boa, com níveis baixos de poluição
Amarelo	Moderadamente comprometida	compatível com classe 3: qualidade da água regular, com níveis aceitáveis de poluição
Laranja	Poluída	compatível com classe 4: qualidade da água ruim, com poluição acima dos níveis aceitáveis
Vermelho	Muito poluída	pior que classe 4: qualidade de água péssima, com poluição muito elevada



Fonte: [www.cprh.pe.gov.br](http://www.cprh.pe.gov.br)



**Figura 25 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição - Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**

- |  |          |  |         |  |      |  |                 |  |                               |  |   |
|--|----------|--|---------|--|------|--|-----------------|--|-------------------------------|--|---|
|  | Capitais |  | Cidades |  | Rios |  | Limite estadual |  | Limite da região hidrográfica |  | Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição |
|  |          |  |         |  |      |  |                 |  |                               |  | Áreas com solo exposto, pastagens ou vegetação pouco densa      |
|  |          |  |         |  |      |  |                 |  |                               |  | Áreas com cobertura vegetal                                     |





Haroldo Palo Jr.

Foz do Rio São Francisco - divisa entre Sergipe e Alagoas

#### 4.6. Região Hidrográfica do São Francisco

A Região Hidrográfica do São Francisco tem grande importância no país não apenas pelo volume de água transportado em uma região semi-árida, mas também pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica na região, onde são desenvolvidos importantes projetos de agricultura.

Quanto à pressão antrópica, embora toda a bacia do rio São Francisco tenha forte presença humana, as áreas correspondentes às margens do rio São Francisco são destacadas por sua extrema fragilidade. Essa área foi explorada intensamente quando da extração de madeira para as caldeiras dos barcos a vapor que faziam o transporte fluvial da região, o que levou ao empobrecimento da vegetação ribeirinha. Isso tem causado desbrancamento e todo o processo erosivo e de assoreamento a ele associado. As nascentes dos principais tributários do rio São Francisco, muitos deles em forma de veredas e brejos de altitude, têm sido sistematicamente degradadas pela atividade agrícola.

A bacia do São Francisco apresenta várias fontes de poluição, dentre elas destacam-se os esgotos domésticos, as atividades agropecuárias e a mineração. A coleta e o tratamento de esgotos sanitários são deficientes, e, além disso, observa-se o lançamento de efluentes industriais e a disposição inadequada de resíduos sólidos, comprometendo a qualidade de rios como Paraopeba, das Velhas, Pará, Verde Grande, Paracatu, Jequitai e Urucuia.

Uma das bacias críticas é a do rio das Velhas, que, além da grande contaminação das águas pelo recebimento de esgotos domésticos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, apresenta elevada carga inorgânica poluidora proveniente da extração e do beneficiamento de minérios.

Na região do semi-árido, parte dos afluentes do médio e do submédio São Francisco apresentam regime de escoamento intermitente. Com o escoamento ocorrendo em apenas alguns períodos do ano, a dinâmica de transporte de materiais e de diluição de cargas nesses rios difere da dos rios

de escoamento perene. Muitas vezes, os rios intermitentes, quando não secam completamente, fragmentam-se em trechos onde a velocidade é reduzida ou nula, comprometendo a qualidade da água, pois as baixas vazões diminuem a capacidade de diluição dos poluentes. Entretanto, as informações sobre a qualidade da água nesses rios são poucas e esparsas, o que impossibilita uma análise mais detalhada. (ANA/GEF/PNUMA/OEA 2004)<sup>65</sup>.

### Esgotos domésticos

A carga orgânica doméstica remanescente na bacia hidrográfica do São Francisco é de 498,8 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, correspondente a 7,8% do país. As maiores concentrações de carga orgânica encontram-se na região do alto São Francisco, particularmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte (sub-bacias do rio das Velhas e rio Paraopeba) e na sub-bacia do rio Verde Grande, onde está localizada na cabeceira a cidade de Montes Claros. Além dessas cidades, Barreiras (BA), localizada no médio São Francisco, Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), na região do submédio São Francisco, e ainda Arapiraca (AL), situada na bacia do baixo São Francisco, são as que mais contribuem para a elevação da concentração de carga orgânica doméstica em razão do porte populacional dessas cidades.

Segundo o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA 2004)<sup>65</sup>, a bacia possui um índice de cobertura médio por rede coletora de esgoto de 62,0%. Esse dado reflete o grau de afastamento dos esgotos sanitários dos domicílios, mas não a real situação das redes de esgotos, pois, além de não retratar as condições operacionais, considera os domicílios conectados à rede geral de esgotos e a galerias de águas pluviais. Apesar da elevada média de cobertura por rede coletora de esgotos na bacia, superior à média nacional (53,8%), existem vários municípios na bacia em situação crítica. Dos municípios com sede municipal inserida na bacia, aproximadamente 47% têm um índice abaixo de 10% de cobertura por rede coletora, sendo que os municípios com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), maiores taxas de mortalidade infantil e com baixa cobertura por rede coletora localizam-se na região do médio e do baixo São Francisco.

Conforme este estudo, 7% das sedes municipais inseridas na bacia possuem informações sobre o volume de esgotos tratados (em m<sup>3</sup>/dia), de acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), do ano de 2000 (IBGE, 2002b)<sup>42</sup>. Ressalta-se que essa informação não reflete a situação atual, pois a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) vem realizando investimentos significativos na bacia. Esses municípios estão distribuídos nos seguintes estados: Minas Gerais (18), Bahia (10), Pernambuco (4) e Sergipe (1), totalizando 33 municípios. Em função do porte populacional (população urbana maior que 100 mil habitantes), destacam-se as sedes municipais de Barreiras (BA), Juazeiro (BA), Sete Lagoas (MG), Santa Luzia (MG) e Ribeirão das Neves (MG).

Segundo o plano da bacia (ANA/GEF/PNUMA/OEA 2004)<sup>65</sup>, de forma geral é possível afirmar que nas sub-bacias do baixo, do médio e do submédio destaca-se o problema de assimilação de cargas orgânicas, associado principalmente às baixas vazões dos corpos d'água. Na sub-bacia do Alto São Francisco, o problema está relacionado principalmente à elevada carga orgânica decorrente da alta densidade populacional.

### Resíduos sólidos

A descarga do chorume proveniente do lixo é uma fonte de poluição significativa na região hidrográfica, uma vez que a situação dos sistemas de manejo de resíduos sólidos é bastante crítica. De acordo com o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA 2004)<sup>65</sup>, em relação à cobertura dos serviços de coleta de lixo, o índice da Bacia é de 88,6% de atendimento, o qual é inferior ao percentual brasileiro (91,1%). Quanto à disposição final e ao tratamento de resíduos, dos 456 municípios diagnosticados no Plano, 409 dispõem de lixões, e apenas 2% têm disposição final ou tratamento totalmente adequados.

Os melhores índices de cobertura dos serviços de coleta e o maior número de municípios com aterros sanitários são encontrados na bacia do alto São Francisco, onde está localizada a Região Metropolitana de Belo Horizonte. De maneira geral, com relação ao porte populacional dos municípios, as grandes cidades atingiram melhores resultados em termos de sistemas de gestão de resíduos sólidos.

Cerca de 11% da população da bacia não é atendida por serviços de coleta. Estes têm as seguintes destinações para seus resíduos sólidos: 48% jogam em terreno baldio ou logradouro; 46% queimam na propriedade; 3% jogam em rio, lago ou mar; 1% enterra na própria propriedade; e 2% dão outra destinação não informada.

### Poluição industrial

A poluição industrial na bacia do rio São Francisco apresenta um cenário mais controlado em termos de poluição ambiental em virtude de uma atuação mais efetiva por parte dos órgãos estaduais, ao contrário dos esgotos sanitários.

A poluição industrial está concentrada no alto e no submédio São Francisco, com destaque para a sub-bacia do rio das Velhas. De acordo com estudo desenvolvido para o Programa de Saneamento das Bacias do Arrudas e do Onça (Prosam), existem nessa sub-bacia cerca de 3.125 indústrias, sendo 50% potencialmente poluentes.

Atividades industriais são desenvolvidas principalmente nas proximidades de grandes centros urbanos. A seguir, são apresentadas as atividades industriais e os respectivos municípios que mais se destacam em algumas unidades hidrográficas da região:

#### Alto São Francisco

- Indústrias alimentícias na cidade do Abaeté, localizada no entorno da represa de Três Marias, em Conceição do Pará, Passa-Tempo e Piracema, situadas na sub-bacia do rio Pará e em Cristiano Ottoni, na sub-bacia do rio Paraopeba.
- Indústrias metalúrgicas no município de Itacarambi, localizado na sub-bacia do rio Velhas, em Jequi-taí, na sub-bacia do rio Jequi-taí e em Pirapora.
- Indústrias siderúrgicas nos municípios de Itatiaiuçu e Curvelo, situados na sub-bacia do rio Paraopeba, no município de Pitangui, localizado na sub-bacia do rio Pará. Na cidade de Três Marias (MG), uma unidade industrial mantém milhões de toneladas de rejeitos.

- Indústrias de vários ramos, dentre eles agroindustriais, metalúrgicas, têxteis, bebidas, couros, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

#### Médio São Francisco

- Indústrias alimentícias, têxteis e metalúrgicas no município de Montes Claros, localizado na sub-bacia do Verde Grande. Também nessa sub-bacia existem indústrias alimentícias na cidade de Janaúba.

- Matadouros na sub-bacia do rio Corrente.

- Na cidade de Barreiras, sub-bacia do rio Grande, são desenvolvidas várias atividades industriais. No entanto, as indústrias implantadas na região recentemente adotaram processos produtivos mais avançados, nos quais se produz menor quantidade de águas residuárias. Além disso, sua implantação foi feita sob controle do Centro de Recursos Ambientais (CRA), que tem exigido para a área a montante de Barreiras o lançamento indireto dos afluentes líquidos industriais nos corpos d'água.

#### Submédio São Francisco

- Atividades agroindustriais nas cidades de Juazeiro e Petrolina.

### Mineração

A atividade de exploração mineral é um fator muito impactante em várias sub-bacias da Região Hidrográfica do São Francisco. A contaminação dos mananciais, a degradação de grandes áreas, a lixiviação e a disposição inadequada de rejeitos podem ser citadas como impactos decorridos da execução de tal atividade.

A seguir, são apresentadas as atividades minerárias mais importantes desenvolvidas na região, separadas por unidades hidrográficas.

#### Alto São Francisco

- Destaca-se a região do Quadrilátero Ferrífero, localizada no alto curso na bacia do rio das Velhas, onde é explorada grande variedade de minerais, com destaque para o ferro, o ouro e as gemas. A exploração anual de ferro chega a 56.000.000 de toneladas, gerando cerca de 17.000.00 toneladas/ano de rejeitos depositados em barragens de contenção.



- Na província aurífera do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, a presença do elemento tóxico arsênio merece destaque no que se refere aos efeitos da mineração no meio ambiente. Em Nova Lima, funcionaram, por várias décadas, fábricas de óxido de arsênio, aproveitado como subproduto do minério, cujos rejeitos ricos em arsênio foram estocados às margens dos corpos d'água ou lançados diretamente nas drenagens. Análises de urina de crianças, coletadas em escolas de Nova Lima e Brumal, apresentaram concentrações de arsênio total superiores ao valor considerado como crítico para a saúde (CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

- Extração de calcário, no município de Pains, localizado nas cabeceiras do rio São Francisco.

- Extração de minérios não metálicos, no município de Piracema, na sub-bacia do rio Pará.

- Na sub-bacia do rio Paraopeba, ocorre a extração de areia, argila, caulim e ardósia em mineradoras localizadas nos municípios de Betim, Belo Vale, Brumadinho, Esmeraldas e Ibirité; extração de manganês e ferro em mineradoras localizadas nos municípios de Queluzita, Belo Vale, Brumadinho, Itatiaiuçu, Igarapé, Juatuba, Mateus Leme e Curvelo; extração de ouro, com a possibilidade de garimpagem clandestina nos municípios de Congonhas e Jeceaba.

#### **Médio São Francisco**

- Extração de pedras preciosas, de argila e de areia no município de João Pinheiro, situado na sub-bacia do rio Paracatu.

- Extração de calcário e manganês no município de Januária.

- Extração de calcário, no município de Unaí, localizado na sub-bacia do rio Preto.

#### **Submédio São Francisco**

- Na sub-bacia do rio Salitre, extração de calcário e beneficiamento de mármore, em Jacobina (povoado de Caatinga do Mouro) e Ouroândia, respectivamente.

#### **Atividades agropecuárias**

Outras fontes de poluição dos recursos hídricos da bacia do rio São Francisco referem-se principalmente às atividades de agricultura irrigada, que envolvem o uso de agrotóxicos e fertilizantes, com consequências sobre a qualidade das águas.

Segundo o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA 2004)<sup>65</sup>, a região apresenta 342.712 hectares irrigados, dos quais cerca de 30% são referentes a projetos públicos. A distribuição da área irrigada entre as regiões fisiográficas é a seguinte: 13% no alto São Francisco, 50% no médio, 27% no submédio e 10% no baixo. Na bacia, a agricultura irrigada é importante indutora do processo de desenvolvimento regional. Considera-se que existam cerca de 30 milhões de hectares agricultáveis, e o potencial de áreas irrigadas na bacia é de 8,1 milhões de hectares, sendo fator limitante o balanço dos usos dos recursos hídricos. De acordo com a Codevasf, o limite de aproveitamento de terras para irrigação seria de 800 mil hectares, sem a instalação de conflito dos usos múltiplos.

Os principais pólos de irrigação e, portanto, áreas potenciais de poluição difusa são:

- **Alto São Francisco:** Pólo Belo Horizonte, localizado na Bacia do rio das Velhas;

- **Médio São Francisco:** Pólo Brasília, localizado na bacia do alto rio Preto; Pólo Paracatu, localizado na bacia do rio Paracatu; Pólo Norte de Minas Gerais e Guanambi, na bacia do rio Verde Grande; Pólo Barreiras, na bacia do rio Grande; Pólo Formoso/Correntina, na bacia do rio Corrente e Pólo Irecê, na bacia dos rios Verde/Jacaré;

- **Submédio São Francisco:** Pólo Petrolina – Juazeiro, na bacia dos rios Salitre, Pontal, Garças, Curaçá, Terra Nova e Pajeú;

- **Baixo São Francisco:** Pólo Baixo São Francisco.



Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

*Perímetros de irrigação na bacia do rio São Francisco*

### Produção de sedimentos

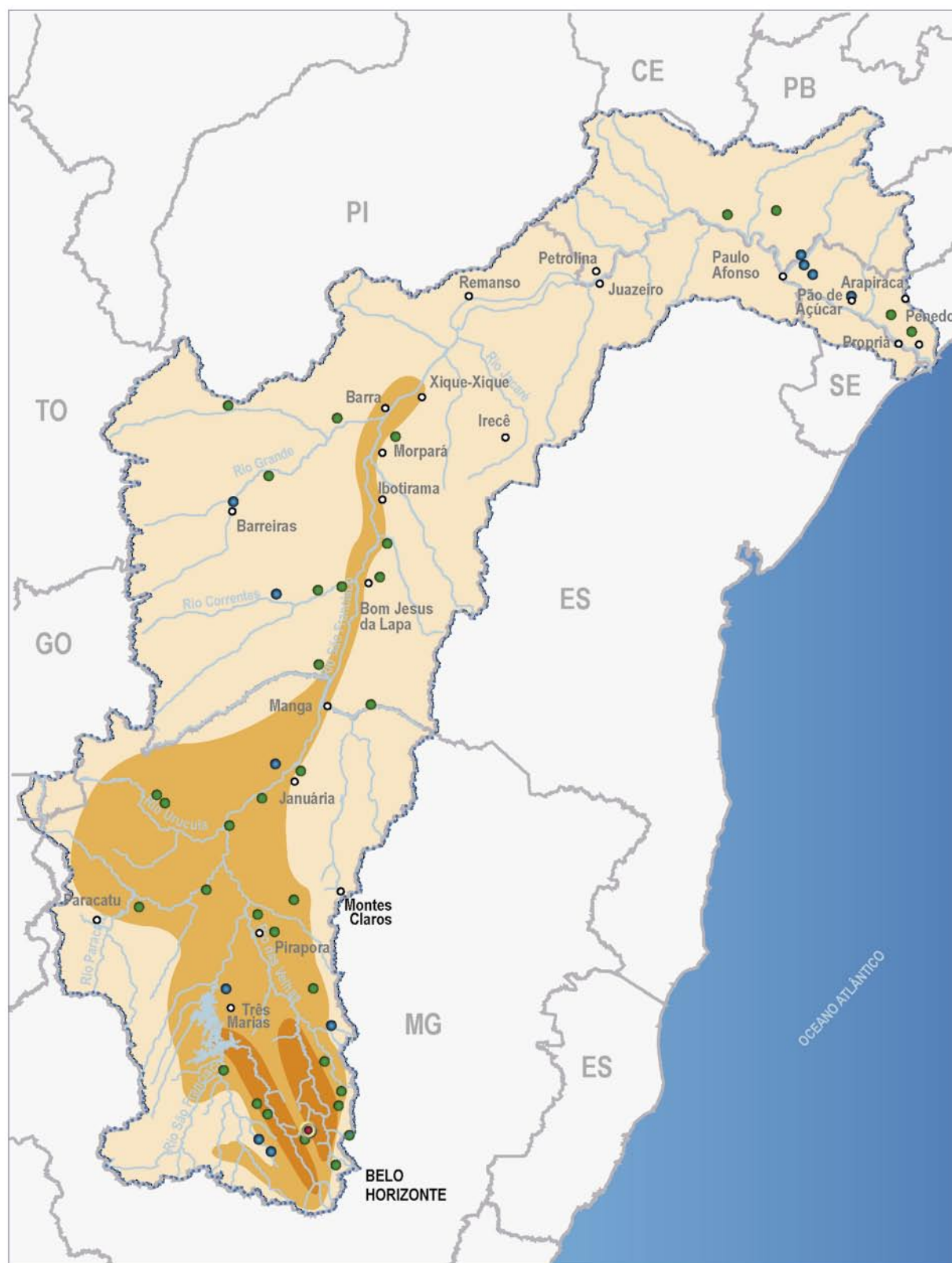
O comportamento sedimentológico de uma bacia hidrográfica é resultante de características naturais da área contribuinte e da influência antrópica exercida sobre ela. Dependendo da interferência no fluxo natural de sedimentos de um dado curso d'água, seja pelo aumento da produção ou deposição, os impactos gerados podem ser irreversíveis. O excesso de sedimentos nos rios constitui problema para sistemas de bombeamento e de abastecimento, além de causar sérios prejuízos aos usuários de reservatórios. No entanto, os sedimentos transportam nutrientes fundamentais para a manutenção da fauna e da flora aquática e das margens, constituem e mantêm praias em rios, além do equilíbrio do fluxo sólido e líquido entre os continentes e as zonas costeiras.

O Diagnóstico do Fluxo de Sedimentos em Suspensão na Bacia do Rio São Francisco (LIMA *et al.*, 2001)<sup>51</sup>, elaborado pela Aneel, pela ANA e pela Embrapa, concluiu que os rios Paraopeba e das Velhas são os rios que apresentam a maior concentra-

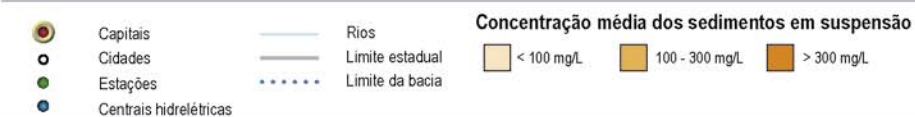
ção média de sedimentos em suspensão na bacia (Figura 26). Os rios Pará, Jequitaiá, Paracatu e Uruçua também podem ser agrupados como rios que têm alta concentração de sedimentos em suspensão, porém não tanto quanto os rios Paraopeba e das Velhas. Já os rios Verde Grande, Caririnha, Corrente e Grande apresentam baixas concentrações de sedimentos em suspensão.

Quanto ao rio São Francisco, até o reservatório de Sobradinho ele apresenta altas concentrações de sedimentos. Entretanto, a jusante deste reservatório, o rio apresenta uma redução considerável da carga sólida, e, conseqüentemente, da concentração de sedimentos, comprometendo a produtividade do estuário.

Tendo em vista que, após o reservatório de Sobradinho, o rio São Francisco segue carregando pouco sedimento, o estudo não detectou influência dos reservatórios que estão a jusante de Sobradinho no fluxo de sedimentos em suspensão da bacia.



**Figura 26 – Mapa de visualização da análise individualizada da concentração média dos sedimentos em suspensão em cada estação hidrossedimentométrica da bacia do rio São Francisco**



Fonte: ANA/Aneel/Embrapa, 2001



100 0 100 200 km







Márgi Moss, Projeto Brasil das Águas

*Confluência do rio das Velhas (lado esquerdo) com o rio São Francisco - MG*

### Suinocultura

Conforme dados do Igam, as suinoculturas desenvolvidas nos municípios de Bom Despacho, Luz, Martinho Campos e Santo Antônio Dumont degradam a qualidade da água dos mananciais das cabeceiras do São Francisco e da sub-bacia do rio Pará. Na bacia do rio das Velhas, além da suinocultura, as atividades de avicultura e pecuária são muito desenvolvidas.

### Salinização

Problemas quanto à salinidade das águas da Bacia São Francisco tornam-se mais evidentes no semi-árido, especialmente no submédio São Francisco, por causa principalmente das condições climáticas da região. A seguir, são apresentadas informações sobre algumas sub-bacias.

Segundo informações do Projeto Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Semi-Árido do Estado da Bahia (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004)<sup>61</sup>, na bacia do rio Salitre, no período úmido, 45% dos pontos amostrados tiveram suas águas caracterizadas como doce (salinidade < 0,5‰), embora a salinidade fosse considerada baixa (entre 0,5 e 5‰) para

os pontos nos quais as águas foram consideradas salobras. No período seco, foi observado que 42% dos pontos apresentaram águas caracterizadas como doce e o restante caracterizado como salobra. A salinidade das águas em diversos trechos do rio Salitre pode ser atribuída às características geológicas da bacia de drenagem e às condições climáticas.

Nas amostragens realizadas no rio Traipu e no rio Ipanema, foram observados valores elevados de condutividade elétrica. Esse fato foi atribuído à redução do volume de água causada pelo processo de evaporação que prevalece sobre a precipitação no período de estiagem (época da amostragem), associado à natureza geoquímica das bacias hidrográficas.

Os Planos Diretores de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Pontal, Garças (PERNAMBUCO, 1998c)<sup>59</sup>, Brígida, Terra Nova (PERNAMBUCO, 1998b)<sup>58</sup> e Pajeú (PERNAMBUCO, 1998a)<sup>57</sup> mencionam a possibilidade de salinização das águas nessas bacias.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó (ALAGOAS/PERNAMBUCO, 1998)<sup>60</sup> coloca que a intensa evaporação e a falta de renovação da água nos açudes fazem com que o teor salino aumente a cada ano, limitando o uso da água.

Nos rios intermitentes, é relevante a escassez de água para o atendimento dos usos mais nobres, como o abastecimento humano e a dessedentação animal nos períodos de estiagem mais prolongada. Nessas regiões, buscam-se soluções alternativas para o abastecimento humano, como a implantação de adutoras que captam água no rio São Francisco e a construção de cisternas, açudes e cacimbas.

As informações até o momento reunidas sobre a qualidade da água nos rios intermitentes da bacia do rio São Francisco são poucas e esparsas. Uma classificação mais precisa, na região semi-árida, necessitaria de um monitoramento por longo período da qualidade da água, bem como das respectivas vazões ou volumes dos corpos d'água selecionados.

Para uma gestão adequada da qualidade da água dos rios intermitentes, em princípio, são necessários a coleta e o tratamento de efluentes domésticos e industriais. Devem ser estimulados o reúso das águas

residuárias (ex.: uso de efluentes de lagoas de estabilização na irrigação), a infiltração dos efluentes no solo e a implantação de medidas de restrição dos usos que possam comprometer a qualidade das águas. Os regimes de lançamento dos efluentes industriais devem levar em consideração a sazonalidade do regime hidrológico, o que implica capacidade de armazenamento dos rejeitos por períodos de alguns meses.

### Monitoramento

Na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e seus afluentes, 78% dos pontos monitorados foram considerados de “boa” qualidade (Figura 27).

O rio das Velhas apresentou os valores mais baixos de IQA, possuindo trechos nas categorias péssimo e ruim na parte da bacia que recebe os esgotos da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Nos rios Pará e Verde Grande, também foram observados trechos na categoria ruim, associados aos esgotos das cidades de Pará de Minas e Montes Claros, respectivamente. O restante da bacia apresentou condição boa ou aceitável (Figura 28).

A Figura 29 apresenta as principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição na Região Hidrográfica do São Francisco.

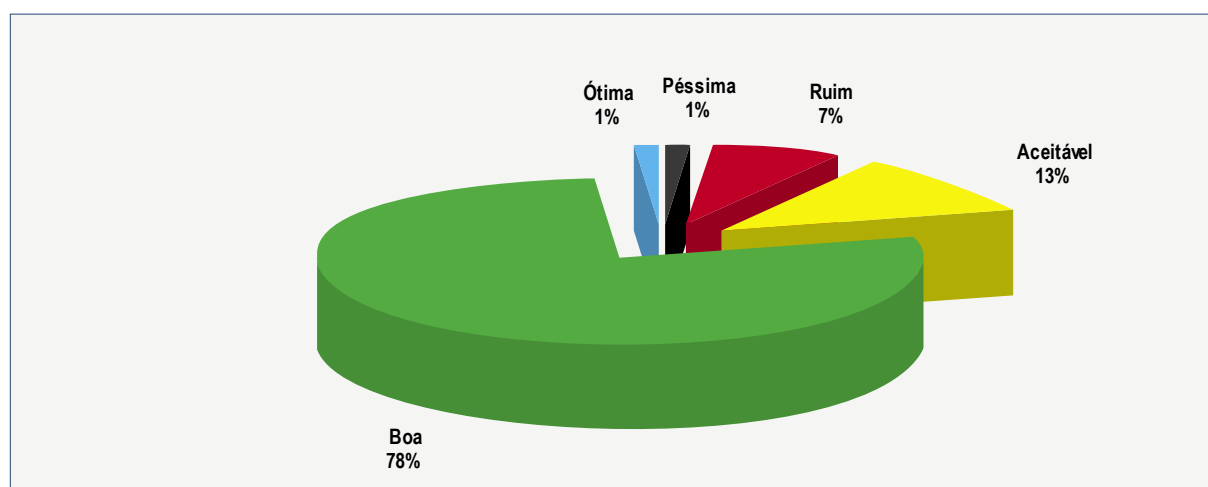


Figura 27 – Distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do São Francisco

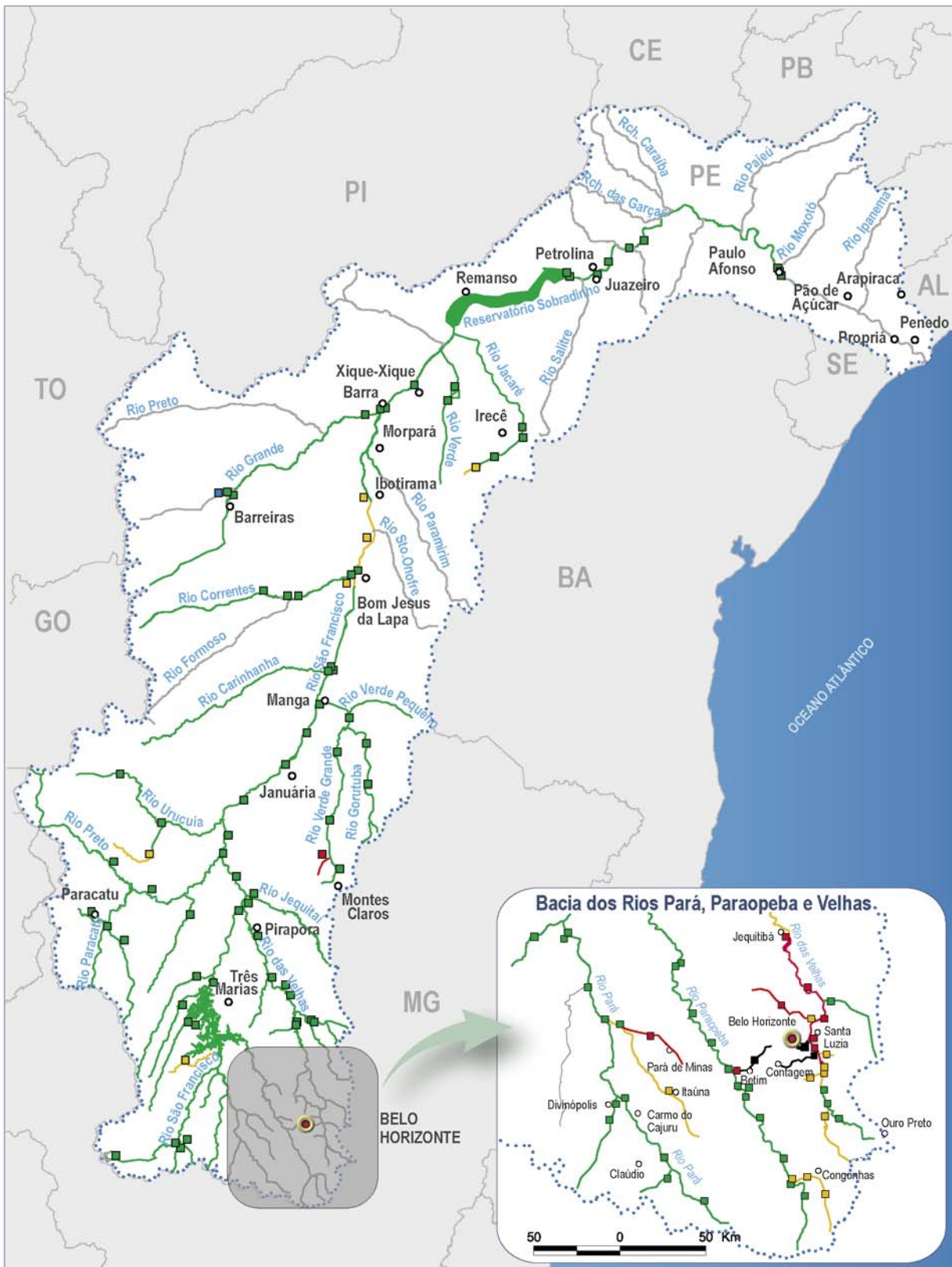
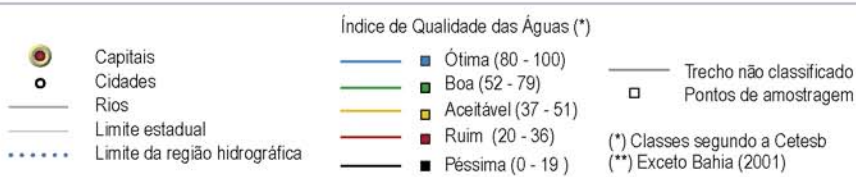


Figura 28 – Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2002 \*\*



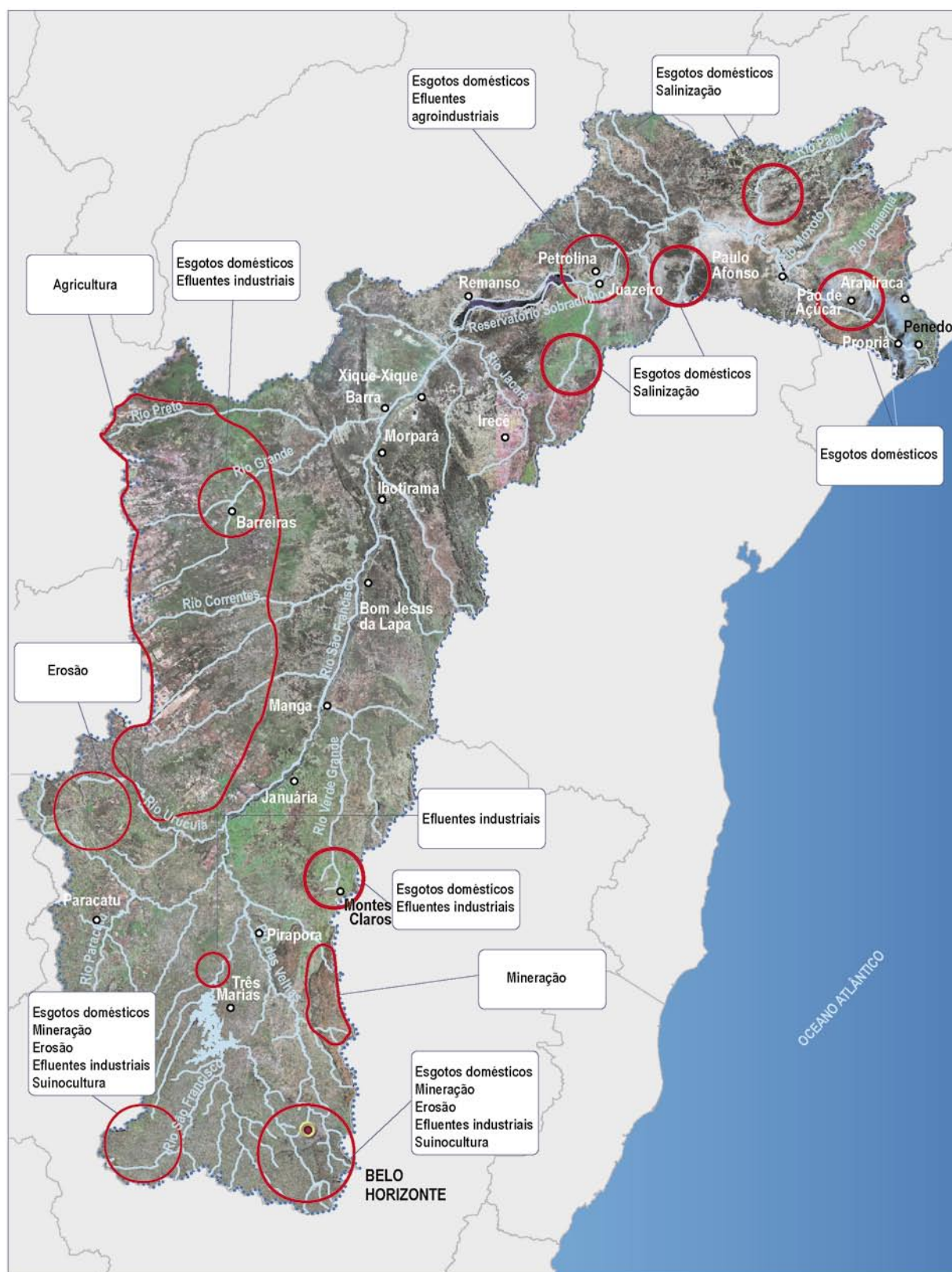
Fonte: Igam (2003)<sup>53</sup> e CRA (2002)<sup>10</sup>



100 0 100 200 km







**Figura 29 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição – Região Hidrográfica do São Francisco**

- |  |  |  |                             |  |      |  |                 |  |                               |  |   |
|--|--|--|-----------------------------|--|------|--|-----------------|--|-------------------------------|--|---|
|  | Capitais   |  | Cidades                     |  | Rios |  | Limite estadual |  | Limite da região hidrográfica |  | Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição |
|  | Áreas com solo exposto, pastagens ou vegetação pouco densa |  | Áreas com cobertura vegetal |  |      |  |                 |  |                               |  |   |



José Carlos Almeida

Vista aérea da cidade de Salvador-BA

#### 4.7. Região Hidrográfica Atlântico Leste

A Região Hidrográfica Atlântico Leste contempla as capitais dos Estados de Sergipe e da Bahia, alguns grandes núcleos urbanos e um parque industrial significativo.

As principais fontes de poluição dos recursos hídricos da Região Hidrográfica Atlântico Leste, além dos esgotos domésticos, referem-se às atividades de agricultura e pastagem que geram processos erosivos, assoreamento dos rios e carreamento de agrotóxicos e fertilizantes, alterando assim a qualidade da água dos mananciais. Outro fator preocupante é o desenvolvimento de atividades de extrativismo mineral, que contribuem para o acréscimo de processos de assoreamento e a contaminação decorrente do uso indiscriminado de mercúrio nas lavras garimpeiras de ouro.

Segundo informações do Centro de Recursos Ambientais da Bahia (CRA, 2002)<sup>10</sup> e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2003)<sup>53</sup>, a Região Hidrográfica Atlântico Leste encontra-se bastante alterada pela ação antrópica, cujas atividades vêm provocando desequilíbrio aos ecossistemas naturais.

A seguir, são destacados os principais problemas encontrados nos recursos hídricos da bacia.

##### Esgotos domésticos e resíduos sólidos

A principal fonte de comprometimento dos mananciais na Região Hidrográfica é o lançamento de esgotos domésticos, que causam perdas ambientais e restringem usos para abastecimento. O impacto dos esgotos é mais significativo na área litorânea, uma vez que, por ter os maiores contingentes populacionais, tem lançamentos mais significativos, que afetam atividades turísticas (balneabilidade das praias) e econômicas, além de aumentar o risco associado à propagação de doenças de veiculação hídrica. A carga orgânica doméstica remanescente estimada é de 400 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, cerca de 6,3% do total do país, e está concentrada principalmente na região metropolitana de Salvador.

Merece destaque o fato de a Região Metropolitana de Salvador estar situada na orla marítima e, dessa forma, a maior carga poluidora é lançada no oceano, onde, apesar da dispersão, pode comprometer a balneabilidade das águas litorâneas, notadamente



te em áreas de baixa circulação de correntes marinhas, tais como a Baía de Todos os Santos, objeto de grandes programas ambientais específicos.

Na Região Hidrográfica do Atlântico Leste, a disposição inadequada de lixo tem se mostrado um grande problema na maioria das sedes municipais. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, das unidades hidrográficas da região, a bacia do rio Paraguaçu, onde estão localizadas grandes cidades (Feira de Santana e a Região Metropolitana de Salvador), é a que apresenta o maior número de aterros sanitários em sedes municipais. Segundo uma avaliação sobre os sistemas de coleta e disposição de resíduos, elaborada pelo Ministério das Cidades, de maneira geral, deficiências nos sistemas de resíduos sólidos são enfrentadas por municípios de pequeno e médio portes. Em relação ao porte populacional dos municípios, os grandes conglomerados urbanos conseguiram melhores resultados em termos do manejo, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos coletados, em parte por causa da melhor organização institucional no nível municipal e da maior disponibilidade de recursos humanos e financeiros.

### Poluição industrial

Além da degradação associada ao despejo de efluentes domésticos, o lançamento de esgotos industriais destaca-se como outra importante fonte de poluição dos mananciais da região, especialmente nas proximidades das grandes cidades. Entre as atividades desenvolvidas na região que mais contribuem para a poluição dos mananciais, sobressaem aquelas que se dedicam à produção petroquímica, cimento, matadouros/frigoríficos, curtumes, celulose e papel, fertilizantes, siderurgia, grande metalurgia, fabricação de resinas e fibras sintéticas, refino de açúcar e álcool.

Principalmente nas proximidades de grandes centros urbanos, são desenvolvidas atividades industriais impactantes. A seguir são apresentadas as atividades industriais e os respectivos municípios que mais se destacam em algumas unidades hidrográficas da região.

- **Vaza-Barris:** indústrias ligadas à extração de petróleo, de transformação de minerais não metálicos, setor agroalimentar e indústrias têxteis em Aracaju;

- **Itapicuru:** atividades industriais de pequeno porte (curtumes, matadouros, marmoeiras, cerâmica, alimentícias, têxteis e beneficiamento e produção de artefatos do sisal), concentradas especialmente nas cidades de Senhor do Bonfim, Jacobina, Filadélfia, Queimadas, Tucano;

- **Paraguaçu:** possui os principais distritos industriais do Estado da Bahia: o Centro Industrial de Subaé em Feira de Santana, com indústrias metalúrgicas, têxteis, de celulose de embalagem, materiais plásticos, produtos químicos. Na Região Metropolitana de Salvador estão localizados o Pólo Petroquímico de Camaçari, com empresas químicas, petroquímicas, metalúrgicas e de papel e celulose, e o Centro Industrial de Aratu, com unidades dos segmentos químico, plástico, têxtil, metal-mecânico e farmacêutico. Nesta bacia, a exploração petrolífera destaca-se como atividade altamente impactante, sendo comum o transporte de substâncias tóxicas decorrentes desta atividade e os acidentes que ajudam no declínio da qualidade das águas, além de causarem fortes impactos em todo o ecossistema;

- **Jequitinhonha:** indústrias de laticínios e têxteis nos municípios de Serro e Diamantina, respectivamente;

- **Mucuri:** indústrias de abate de animais em Carlos Chagas e de curtume e laticínios em Teófilo Otoni;

- **Extremo Sul:** indústrias de celulose, papel e processamento de madeira;

- **Itaúnas:** indústrias de extração de petróleo e gás natural e usinas de açúcar e álcool.

Em Sergipe, destacam-se as usinas açucareiras e alcooleiras, que lançam vinhaça nos rios Cotinguiba e Sergipe, as indústrias alimentícias, matadouros, indústrias de beneficiamento de couro, entre outras.

Destaca-se ainda que os grandes complexos industriais, tais como pólos petroquímicos e também algumas indústrias de celulose, têm tratamento e controle adequado dos efluentes e dos rejeitos lançados. No entanto, existem diversas áreas em que unidades fabris contaminam gravemente os recursos hídricos (MMA, 1998)<sup>13</sup>.



## Mineração

Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, a atividade de exploração mineral traz como consequência a degradação de grandes áreas, a lixiviação e a disposição inadequada de rejeitos, mostrando-se, portanto, como um fator impactante potencial em quase todas as bacias da região.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia (SEMARH/BA, 2004)<sup>83</sup> classifica as atividades de mineração em função do impacto ambiental potencial do mineral, submetido a extração. As atividades de alto impacto foram classificadas como as direcionadas para a exploração de cromo, manganês, magnesita, barita, ferro, pedras preciosas, ouro, diamante, urânio, cobre, vanádio, salgema, monazita, cal, fuczita e berilo.

A presença de uma metalurgia de chumbo no período de 1960 a 1993 nas margens do rio Subaé, no município de Santo Amaro da Purificação, Bahia, contaminou e vem contaminando o local pela deposição aleatória de 490 mil toneladas de rejeitos/escórias por metais pesados, sobretudo chumbo e cádmio (ANJOS, 1998 *apud* CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

Conforme o Plano Diretor de Recursos Hídricos para os Vales do Jequitinhonha e Pardo (SRH, 1996)<sup>16</sup>, a atividade de mineração que se processa no Alto Jequitinhonha desde o início de sua ocupação é a principal responsável pela transformação do rio em um manancial extremamente raso e assoreado. Segundo o Igam, garimpos de ouro, diamante, pedras preciosas e metais ferrosos espalhados por toda a bacia do Jequitinhonha, principalmente nos municípios de Diamantina, Bocaiúva, Coronel Murta, Jequitinhonha, Carbonita, Virgem da Lapa e Itinga, têm alterado a qualidade das águas da região. Muitas vezes na bacia do Jequitinhonha são utilizadas dragas que ampliam consideravelmente a turbidez e a quantidade de sólidos em suspensão.

Na bacia do rio Mucuri, o Igam (2003)<sup>53</sup> sugere como ação de controle da qualidade da água dos mananciais a implementação ou adequação dos sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas no município de Teófilo Otoni.

Na bacia do rio Itapicuru, conforme o CRA (2002)<sup>10</sup>, o extrativismo mineral tem contribuído para o desenvolvimento de processos de assoreamento decorrentes da extração de granito ornamental e do beneficiamento de mármore no município de Jacobina, bem como para a contaminação decorrente do uso de mercúrio nas lavras garimpeiras clandestinas de ouro na borda oeste da serra de Jacobina, no município de Jacobina, e em Nordestina, nos garimpos da Favela e da Baixinha.

Ainda segundo o CRA, na bacia do rio de Contas, o desenvolvimento do extrativismo mineral encontra-se espalhado na porção oeste da bacia, principalmente nos municípios de Caetité, Brumado e Caculé. Além disso, a deposição potencial de resíduos radioativos decorrentes da mineração de urânio no município de Lagoa Real é apontada como um grande fator impactante na região, onde foram detectados em pesquisas de análises físico-químicas indicadores como rádio, urânio e outros isótopos. O CRA propõe como ações de controle a intensificação da fiscalização de empreendimentos de mineração e a criação nos rios São João e Brumado de programa de monitoramento sob a orientação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

## Atividades agropecuárias

Na Região Hidrográfica do Atlântico Leste, a poluição difusa em áreas rurais por agrotóxicos, adubos orgânicos e químicos acontece em praticamente todas as unidades hidrográficas da região. Segundo o PERH/BA (Semarh/BA, 2004)<sup>83</sup>, ações predatórias por usuários de água em áreas ribeirinhas, principalmente com desempenho de atividades agrícolas nas margens dos rios e dos reservatórios, têm causado grandes preocupações de ordem ambiental. Na bacia do rio Paraguaçu, por exemplo, a maioria desses usuários realiza irrigação por sulcos de inúmeras culturas de ciclo curto (tomate, pimentão, melancia e outras), e o carreamento de agrotóxicos e fertilizantes tem comprometido a qualidade dos mananciais, pondo em risco a saúde pública.

Conforme o CRA (2002)<sup>10</sup>, a principal atividade causadora de impactos relevantes nos recursos hídricos na bacia do rio de Contas é a agropecuária (culturas temporárias e semipermanentes, pecuária, horticultura e culturas irrigadas).



### Expansão urbana

A supressão da mata ciliar em alguns trechos próximos de áreas urbanizadas e em processo de favelização, ou seja, a implantação de loteamentos ou assentamentos para a população de baixa renda, sobretudo nos arredores de grandes cidades, vem provocando a erosão das margens, o assoreamento da calha fluvial e alterações do relevo e da paisagem. Essa ocupação desordenada do solo tem-se destacado, gradativamente, como um importante fator impactante dos recursos hídricos, que além de alterar a qualidade dos mananciais contribui para o comprometimento dos seus ecossistemas. Segundo o CRA (2002)<sup>10</sup>, tal ocupação tem-se

mostrado marcante nas bacias do Recôncavo Norte, principalmente na Região Metropolitana de Salvador.

### Monitoramento

Na Bacia Hidrográfica do Atlântico Leste, 68% dos pontos monitorados foram considerados de “boa” qualidade (Figura 30).

A Figura 31 apresenta o mapa de IQA para a Região Hidrográfica do Atlântico Leste.

A Figura 32 apresenta as principais fontes de poluição da Região Hidrográfica do Atlântico Leste.

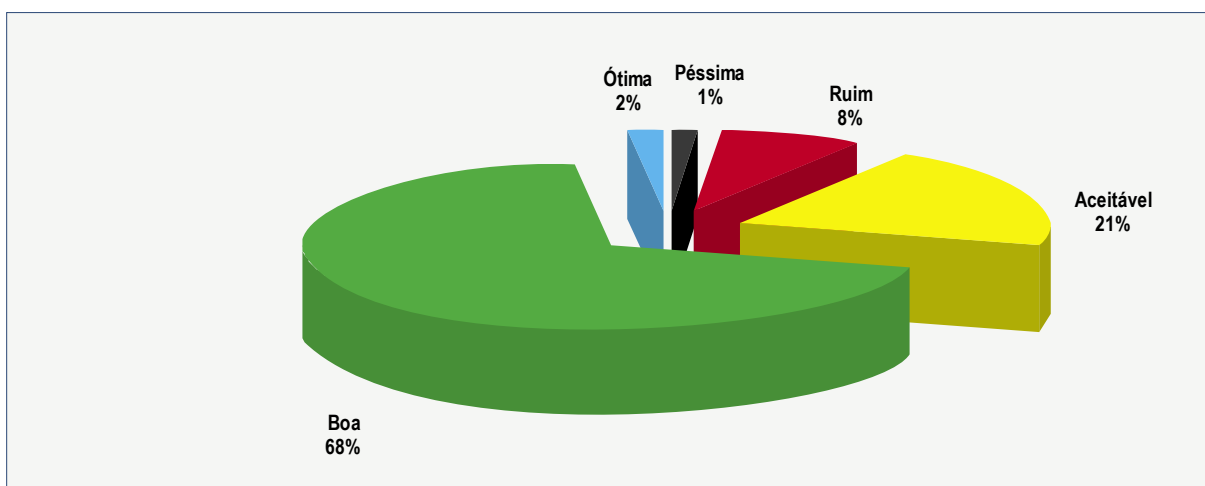


Figura 30 – Distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Atlântico Leste



Figura 31 – Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Atlântico Leste em 2002 \*\*



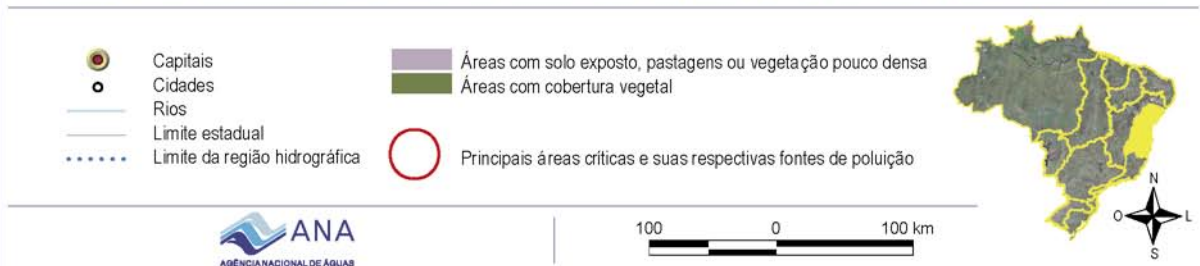
Fonte: Igam (2003);<sup>55</sup> CRA (2002),<sup>10</sup>  
 Seama (2004)<sup>61</sup>

ANA  
 AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

100 0 100 km









Carlos Humberto TDC/Pictor Brasil

#### 4.8. Região Hidrográfica Atlântico Sudeste

Esta Região Hidrográfica possui expressiva relevância nacional em razão do elevado contingente populacional e da importância econômica atrelada ao grande e diversificado parque industrial instalado. Essa região localiza-se, assim, em uma das mais complexas e desenvolvidas áreas do país, mas que tem grande potencial de conflitos no que se refere ao uso dos recursos hídricos, pois ao mesmo tempo em que apresenta uma das maiores demandas hídricas nacionais possui também uma das menores disponibilidades relativas.

Nesse contexto e ante a escassez desse recurso, sobretudo nas unidades hidrográficas do litoral do Rio de Janeiro, São Paulo e em partes da bacia do rio Doce, a água adquire relevância estratégica, e promover seu uso sustentado representa um grande desafio, porque implica a difícil, porém necessária, conjugação do crescimento econômico e populacional com a preservação ambiental, por meio de formas de gestão que permitam usos múltiplos da água.

Não obstante a quantidade e elevada densidade populacional das bacias que compõem a Região

Hidrográfica Atlântico Sudeste, estas apresentam significativos problemas sanitários relacionados à coleta, ao tratamento e à disposição inadequada do lixo e dos efluentes domésticos e industriais. Os problemas de saneamento têm resultado em limitações na oferta de água para abastecimento, em razão da falta de qualidade e da inviabilidade técnica ou econômica do processo de tratamento da água bruta.

A qualidade das águas na região hidrográfica apresenta uma diversidade de situações, podendo as fontes poluidoras serem agrupadas em três tipos principais: i) esgotos domésticos e outros efluentes urbanos; ii) efluentes e rejeitos industriais; e iii) poluição difusa em áreas rurais por agrotóxicos, adubos orgânicos e químicos, etc.

Em algumas das unidades hidrográficas costeiras, particularmente aquelas ocupadas por regiões metropolitanas, é bastante grave a questão da poluição hídrica pelo lançamento dos esgotos domésticos. A poluição industrial é, de modo geral, mais bem controlada.

### Esgotos domésticos

A carga orgânica poluidora de origem doméstica estimada para a Região Hidrográfica Atlântico Sudeste é de 1.271 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, que representa 17% da carga total do país.

É evidente a concentração da carga poluidora por esgotos domésticos nos grandes centros urbanos, como, por exemplo, na cidade do Rio de Janeiro. Em praticamente todas as unidades hidrográficas esse é um problema relevante. No Litoral Fluminense, por exemplo, esse problema tem caráter agudo nas bacias da Baía da Guanabara e recorrência sazonal nas cidades-balneário.

Em relação aos rios da bacia da Baía da Guanabara, pode-se dizer que aqueles que atravessam as áreas mais densamente povoadas são verdadeiras canalizações de esgoto a céu aberto, recebendo ainda grandes contribuições de despejos industriais e lixo. Nessa situação estão incluídos os afluentes da costa oeste da Baía, que vão do Canal do Mangue ao Canal de Sarapuí, além dos rios Alcântara, Mutondo, Bomba e Canal do Canto do Rio, na costa leste. Esses rios são utilizados, basicamente, para diluição de despejos, embora o uso que lhes é recomendado seja a manutenção da harmonia paisagística e estética (FEEMA, 2000a)<sup>67</sup>.

A falta de infra-estrutura de saneamento é a responsável pela situação crítica de degradação dos corpos d'água da região da bacia da baía de Sepetiba, no Estado do Rio de Janeiro, região para a qual é previsto grande desenvolvimento econômico em função do projeto de ampliação do Porto de Sepetiba (FEEMA, 2000b)<sup>68</sup>.

Na bacia do rio Guandu, localizada no Estado do Rio de Janeiro, o crescimento populacional da região sem uma adequada infra-estrutura de saneamento básico tem causado problemas de qualidade da água, principalmente do rio Poços/Queimados que deságua no rio Guandu, imediatamente antes da tomada d'água da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (Cedae). O abastecimento de grande parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro depende das águas desse manancial, cuja vazão natural não seria suficiente, necessitando importar da bacia do rio Paraíba do Sul 90% da água necessária para suprir as demandas. Isso provoca impactos na qualidade da água das duas bacias (FEEMA, 2001)<sup>69</sup>.

A acentuada poluição do rio Guandu tem ocasionado à Cedae crescentes custos operacionais por causa dos despejos industriais e dos esgotos. Atualmente, 250 toneladas/dia de cloro, cloreto férrico, sulfato de alumínio, polímero, cal e fluor são empregados pela empresa a fim de tornar a água própria ao consumo humano (SEMADS/RJ, 2001)<sup>66</sup>.

No Estado de Minas Gerais, o monitoramento realizado pelo órgão gestor indica que, para a bacia do rio Doce, os parâmetros fosfato total, coliformes fecais e coliformes totais apresentam, em seguida ao alumínio, os maiores percentuais de violação em relação ao limite estabelecido na legislação e estão associados principalmente aos esgotos domésticos que são lançados sem tratamento nos cursos de água da bacia (IGAM, 2003)<sup>53</sup>.

No Estado do Espírito Santo, o rio Doce representa o principal manancial e flui ali com declividades menores, formando vastas áreas assoreadas em seu leito. Junto à sua foz, suas águas são transportadas para o abastecimento de uma indústria de celulose. Nas cidades da bacia desta unidade hidrográfica, praticamente todo o esgoto e o lixo são lançados nos cursos d'água ou em suas margens (ANA, 2001a)<sup>4</sup>.

Nas demais bacias do Espírito Santo, como a do Itapemirim, Itabapoana e Santa Maria da Vitória, a qualidade da água captada para abastecimento doméstico tem piorado em muitos mananciais por causa do lançamento de efluentes sem tratamento.

Na bacia do rio Paraíba do Sul, uma das bacias mais importantes do ponto de vista econômico para o país, englobando o território dos Estados de São Paulo, de Minas Gerais e do Rio de Janeiro, o problema do tratamento dos efluentes domésticos também é predominante.

No diagnóstico de qualidade da bacia do rio Paraíba do Sul descrito em Labhid (1999)<sup>92</sup>, nos trechos mineiro e parte final fluminense, os parâmetros que apresentaram maior nível de comprometimento foram os compostos fosfatados, a demanda bioquímica de oxigênio e os coliformes, evidenciando um processo contínuo de poluição por material orgânico.



No citado estudo, afirma-se que vários pontos de monitoramento apresentaram níveis médios superiores a 0,10 mg/L de fósforo total, considerados altos em relação aos limites estabelecidos pelo Conama. Esses resultados são característicos de um sistema com produtividade aquática alta, sujeito a eutrofização. Os futuros reservatórios poderão estar comprometidos pelo aporte excessivo de nutrientes, caso os despejos orgânicos não sejam reduzidos até sua construção. O parâmetro coliformes fecais compromete a qualidade da água em todas as estações, particularmente naquelas em que a influência dos despejos domésticos é mais acentuada, ou seja, nas proximidades das grandes cidades ribeirinhas: Juiz de Fora, Cataguazes e Muriaé.

No Estado de Minas Gerais, o rio Paraibuna é o maior afluente em volume de água do Paraíba do Sul. Tem grande importância dentro da bacia por ser o principal receptor dos efluentes da região de Juiz de Fora (MG). Sua declividade acentuada, associada com a elevada vazão, favorecem, no entanto, processos de depuração, possibilitando uma recuperação nos índices de qualidade da sua água, nas proximidades da sua foz, no Paraíba do Sul (LABHID, 1999)<sup>92</sup>.

Os municípios que mais contribuem com as ocorrências de matéria orgânica nos cursos de água monitorados na porção mineira da bacia do rio Paraíba do Sul são Ubá e Cataguazes. Os cursos d'água que drenam a área urbana desses municípios apresentam uma vazão que não permite a depuração da matéria orgânica proveniente dos esgotos sanitários municipais. O ribeirão Ubá e o ribeirão Meia Pataca apresentaram 100% de ocorrências de  $DBO_{5,20}$  em concentração acima do limite legal para cursos de água de classe 2. O fosfato total e o oxigênio dissolvido também apresentaram grande número de violações nesses cursos d'água (IGAM, 2003)<sup>53</sup>.

No rio Pomba, a jusante da cidade de Cataguazes (MG), os despejos domésticos de origem urbana e com alto nível de material fecal influenciam no abaixamento dos índices de qualidade da água pelo aumento de  $DBO_{5,20}$  e coliformes. Quando o rio Pomba alcança o Estado do Rio de Janeiro, encontra-se

em melhores condições, porém ainda sofre influência dos esgotos lançados pela malha urbana entre as cidades de Laranjal e Recreio. Na cidade de Santo Antônio de Pádua (RJ), as águas do rio Pomba recebem uma carga de esgotos domésticos sem tratamento, elevando novamente os níveis de coliformes fecais (LABHID, 1999)<sup>92</sup>.

No rio Muriaé, último dos grandes afluentes do Paraíba do Sul, a jusante das cidades de Muriaé, Patrocínio do Muriaé e Itaperuna (RJ), o rio apresenta-se bastante comprometido em razão dos despejos orgânicos recebidos, com taxas elevadas de material fecal. Isso também acontece com os rios Carangola, a jusante de Carangola e Porciúncula, e Glória, a jusante de Miradouro (RJ).

No trecho compreendido entre a Barragem de Funil e a Elevatória de Santa Cecília, no Rio de Janeiro, a qualidade da água vai decrescendo no sentido do fluxo do rio, na mesma medida em que a poluição orgânica, a poluição fecal e o nível de nutrientes são crescentes em decorrência principalmente das atividades urbanas.

No trecho do rio Paraíba do Sul compreendido entre a Elevatória de Santa Cecília e a ilha dos Pombos, no município de Carmo (RJ), a baixa vazão do rio exige uma estratégia de controle de modo que não permita o lançamento indiscriminado de cargas poluentes. As fontes poluidoras são, basicamente, despejos domésticos de pequenas cidades, como Barra do Pirai, Vassouras, Andrade Pinto, Valença e Paraíba do Sul. Nos períodos de estiagem, a retirada de água para abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a geração de energia têm contribuído para piorar a qualidade da água do rio nos trechos a jusante em razão da diminuição da capacidade de diluição de efluentes.

A jusante de Três Rios (RJ), após a confluência com os rios Piabanha e Paraibuna, o Paraíba do Sul apresenta um aumento acentuado de vazão. O rio Piabanha e seus afluentes Preto e Paquequer são os principais corpos receptores de todos os despejos domésticos e industriais dos municípios de Petrópolis e Teresópolis, respectivamente. Já o rio Paraibuna apresenta boa qualidade da água.

No trecho compreendido entre a ilha dos Pombos e a Foz, a qualidade das águas pode ser considerada boa, apesar do aumento da poluição fecal. Os tributários importantes deste trecho são os rios Pomba e Muriaé, que fazem parte das sub-bacias mineiras, e o rio Dois Rios, com seus afluentes Negro e Grande, com este último recebendo toda a carga poluidora relativa aos despejos industriais e domésticos do município de Nova Friburgo por meio do rio Bengala.

No trecho paulista do rio Paraíba do Sul, tendo em vista as elevadas densidades populacionais e a ausência de tratamento em níveis adequados dos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Taubaté no Paraíba, e de Santa Isabel no Jaguari, os respectivos esgotos domésticos são os principais responsáveis pela má qualidade dos recursos hídricos. Os reflexos negativos na qualidade das águas fazem-se presentes pelo crescimento de plantas aquáticas, provocando carência de oxigênio dissolvido. É necessário estabelecer com as empresas de saneamento e com as empresas responsáveis pela operação dos reservatórios um plano para minimizar os problemas advindos do crescimento das plantas aquáticas bem como um efetivo e adequado tratamento dos esgotos domésticos. Em função da má qualidade das águas captadas pelos municípios de Aparecida e Tremembé (SP), recomenda-se às empresas de saneamento atenção especial no processo de tratamento de água bruta, bem como adotar medidas de proteção dos mananciais (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

De forma geral, a qualidade das águas na porção paulista do rio Paraíba do Sul mostra-se um pouco melhor no início do trecho, situado a jusante do reservatório de Santa Branca. Nos trechos seguintes, pode-se observar que há uma piora da qualidade. De acordo com o relatório final do Plano de Bacia (CPTI, 2001)<sup>31</sup>, as principais inconformidades em amostragens feitas pela Cetesb ocorreram com as concentrações de coliformes fecais e fósforo total, indicando contaminação por esgotos domésticos lançados nas águas sem nenhum tratamento ou com tratamento inadequado.

Na região litorânea do Rio de Janeiro, o sistema das lagoas de Jacarepaguá apresenta-se fragilizado pela poluição dos esgotos domésticos que atingem a orla marítima da região da Barra e de Jacarepaguá. Em 2000, cerca de 700 mil habitantes de vinte bairros da bacia hidrográfica da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá contribuíram com cerca de 40 t DBO<sub>5,20</sub>/dia de esgotos, comprometendo os ambientes naturais da região. Desse sistema, a lagoa de Marapendi – que recebe lixo e esgoto de favelas ao longo do canal das Taxas –, apresenta-se como a mais frágil e suscetível a desaparecimento iminente. A oeste fica a Lagoinha, a última do conjunto, cujo espelho d'água sofreu grande redução. Sua importância está em ser lugar de pouso de aves migratórias. A lagoa de Camorim encontra-se praticamente sem oxigênio, e a lagoa da Tijuca, onde se registram os maiores índices de coliformes fecais de todo



Rio Paraíba do Sul na cidade de Barra do Piraí-RJ

o conjunto lagunar, apresenta-se com 30% de seu espelho d'água assoreado. Na lagoa de Jacarepaguá, os índices de oxigênio são baixos por falta de circulação das águas, ocorrendo também a proliferação de algas *Microsystis*, que podem ser potencialmente tóxicas (SEMADS/RJ, 2001)<sup>66</sup>.

### Poluição industrial

Na bacia do rio Paraíba do Sul, os problemas causados pela poluição de origem industrial são relevantes. Considerando toda a bacia do Paraíba do Sul, as áreas mais críticas em relação a despejos industriais brutos e líquidos localizam-se em Resende, Barra Mansa e Volta Redonda (Médio Paraíba), causadas por indústrias de grande porte e com poluentes importantes, como fenóis, cianetos, sulfetos, metais pesados (cromo, zinco, cobre, chumbo, cádmio, mercúrio) e solventes orgânicos.

No trecho paulista do rio Paraíba do Sul, são observados metais pesados (cádmio, cromo total, níquel e mercúrio), fenóis e oxigênio dissolvido em desacordo com os padrões de qualidade em algumas amostras (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

À margem esquerda do Paraíba do Sul e próximo à foz do Piabanha, desemboca o rio Paraibuna. Segundo dados obtidos pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), esse rio pode ser considerado comprometido quanto aos níveis de poluentes industriais a jusante da região de Juiz de Fora. Essa região sofre influência dos despejos de várias indústrias, predominantemente as de papéis, têxteis e alimentícias, além de graves acidentes por despejos irregulares de resíduos industriais. Próximo à sua foz no rio Paraíba do Sul, entretanto, o rio Paraibuna não apresenta fontes potenciais de poluição industrial, o que, associado a sua significativa vazão média de 170 m<sup>3</sup>/s, favorece a manutenção de níveis aceitáveis de metais pesados e de outros resíduos de origem industrial.

Do ponto de encontro desses três rios – Paraíba, Paraibuna e Piabanha – até a cidade de Itaocara (RJ), não se encontram fontes importantes de poluição industrial, podendo-se citar apenas a presença de indústrias de papéis. A jusante de Itaocara desemboca o rio Pombo, com alguns focos de poluição industrial ocasionados pelos despejos, principalmente das indústrias de papéis (LABHID, 1999)<sup>92</sup>.



Vila dos Pescadores - Sistema Estuarino de Santos e São Vicente-SP



No trecho compreendido entre a Barragem de Funil e a Elevatória de Santa Cecília, por exemplo, onde se situa o maior parque industrial da bacia, o reservatório de Funil está em rápido processo de eutrofização, apresentando floração de algas com frequência crescente. Os pontos mais críticos localizam-se a jusante de Barra Mansa e Volta Redonda e estão associados à presença das indústrias de maior porte e à ocupação urbana. A poluição industrial manifesta-se sobretudo pelas altas concentrações de fenóis e cianetos encontradas no trecho entre Barra Mansa e Volta Redonda, embora os índices se venham reduzindo graças ao controle implantado pelas indústrias. Em termos de metais pesados e de hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (que em geral possuem características carcinogênicas), a situação não é crítica, com pequenas variações acima dos padrões nas amostras de água (LABHID, 1999)<sup>92</sup>.

Os resultados das análises de metais nos sedimentos do rio Paraíba do Sul mostram o efeito da sedimentação no reservatório de Funil e o aumento dos lançamentos na região mais industrializada de Barra Mansa e Volta Redonda, onde ocorrem as concentrações máximas de todos os metais, exceto o cobre, que apresentou o maior índice em Resende. As maiores concentrações de hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (PAHs) também ocorrem na região de Barra Mansa e Volta Redonda (LABHID, 1999)<sup>92</sup>.

Os sistemas estuarinos de Santos e São Vicente, inseridos na Região Metropolitana da Baixada Santista, Estado de São Paulo, representam um dos mais importantes exemplos brasileiros de degradação ambiental por poluição hídrica de origem industrial em ambientes costeiros. A região abriga o maior porto da América Latina (o Porto de Santos) e o maior pólo industrial do país, situado em Cubatão (CETESB, 2001)<sup>77</sup>.

Essa atividade industrial, de alto potencial poluidor, fez dos estuários de Santos e São Vicente grandes receptores de resíduos tóxicos e efluentes líquidos contaminados. Os poluentes industriais, juntamente com os resíduos e os esgotos do Porto de Santos e das cidades da região, provocaram um grave quadro de degradação ambiental com significativos reflexos na área social e de saúde pública. Esse cenário foi agravado ainda pela disposição de resíduos sólidos

industriais e domésticos em locais impróprios, além dos freqüentes acidentes com derramamentos de óleo e outras substâncias tóxicas nos cursos d'água (CETESB, 2001)<sup>77</sup>.

Apesar do grande esforço para o controle da poluição e a melhoria da qualidade ambiental, um levantamento da contaminação nos rios Cubatão, Perequê, Piaçaguera e Casqueiro, realizado em 1988 após a implantação do programa de controle da poluição, concluiu que a região permanecia impactada por concentrações elevadas de metais pesados e compostos organoclorados na água, nos sedimentos e nos organismos aquáticos (peixes, siris e caranguejos). Estudo realizado em 1999 e 2000 revelou que compostos encontrados nos sedimentos da região da Baixada Santista estão muitas vezes acima das concentrações que podem causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos (cádmio, chumbo, cobre, mercúrio, níquel, zinco), inclusive havendo também alguns compostos acima do limite que provoca efeitos severos, como os PAHs, alfa, delta e gama-BHC (CETESB, 2001)<sup>77</sup>.

No Rio de Janeiro, a principal forma de poluição industrial na bacia da baía de Sepetiba é relacionada à contaminação por metais pesados. Esta, embora decorrente do lançamento dos metais em vários pontos do sistema hídrico da bacia, tem como principal compartimento os sedimentos de fundo da baía de Sepetiba, em especial na sua porção leste (CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP, 1998)<sup>28</sup>.

Na baía da Guanabara, receptora de diversos rios que atravessam regiões com muitas indústrias no estado, as concentrações de metais pesados nos sedimentos são maiores na parte interna oeste (próximo às desembocaduras dos rios São João de Meriti, Sarapuí e Iguaçu), decrescendo em direção ao canal central e à entrada da baía. Os picos de concentração de mercúrio, cromo, cobre e níquel são observados nos rios da costa oeste. Outros metais como ferro, manganês, cádmio e zinco se encontram distribuídos ao longo da bacia, com maiores concentrações no lado oeste. As concentrações de mercúrio são maiores nos rios Acari e São João de Meriti (FEEMA, 2000a)<sup>67</sup>.

Na bacia do rio Doce (MG/ES), o despejo de efluentes industriais (além dos domésticos) agrava o problema

de captação de água de boa qualidade para consumo humano, tornando cada vez mais difícil seu tratamento. Na porção mineira da bacia, verificam-se altos teores de alumínio nas amostragens que podem ter origem industrial, porém uma parcela é proveniente de erosão de solos e rochas naturalmente ricos da substância. Identificaram-se ainda ocorrências de cádmio e zinco em concentrações significativas (IGAM, 2003)<sup>53</sup>.

Verificam-se na bacia do Rio Doce concentrações pontuais de grandes indústrias – siderurgia e celulose – no Vale do Aço: beneficiadoras de cana-de-açúcar em Ponte Nova; metalurgia e mineração com contaminação por metais pesados principalmente no rio Piracicaba, afluente do rio Doce.

A avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Doce, em estudo realizado pelo órgão ambiental do Espírito Santo e baseada nos dados de 1985 a 1990, apontou entre os principais problemas as contaminações bacteriológica e tóxica (metais, óleos e graxas, fenóis e detergentes) e o excesso de sólidos em suspensão.

Na bacia do rio Itapemirim no Espírito Santo, algumas indústrias de aguardente, frigoríficos e cooperativas de derivados do leite também lançam seus efluentes e resíduos sólidos na rede de esgoto ou diretamente nos corpos d'água. Tudo isso aliado aos rejeitos das indústrias de mármore e granito da região (Cachoeiro de Itapemirim e Castelo) e à poluição difusa advinda de práticas inadequadas na agricultura causam assoreamento e grande turbidez nas épocas de chuvas. Também a bacia do rio Itabapoana apresenta um quadro em que marmorarias, cooperativas de leite e fábricas de lingüiça lançam seus efluentes líquidos e resíduos sólidos diretamente nos córregos e nos rios da bacia.

A contribuição das indústrias na bacia do rio Santa Maria da Vitória, que constitui atualmente o único manancial supridor da região norte da cidade de Vitória, vem destacando o problema da poluição dos rios em razão do lançamento de grande carga orgânica sem tratamento, principalmente por matadouros e frigoríficos e, especificamente nas áreas rurais da bacia, por pocilgas e criadouros de animais (SEAMA/ES, 2004)<sup>51</sup>.

## Mineração

Observa-se a extração indiscriminada de areia do leito e principalmente das planícies de inundação dos rios Paraíba do Sul, Muriaé, Guandu e Jucu, o que altera significativamente a qualidade das águas dos rios. Na bacia do rio Doce, por exemplo, verifica-se a ocorrência expressiva de exploração mineral, particularmente ouro, que contamina as águas com mercúrio, além de garimpos e extração de areia e argila na calha e nas margens dos rios, o que tem ocasionado graves problemas de assoreamento e enchentes. Nas bacias dos rios Itabapoana e Jucu no Espírito Santo, há extração de areia para construção civil sem nenhum planejamento.

Na bacia do rio Paraíba do Sul, a extração indiscriminada de areia do leito e, principalmente, das planícies de inundação tem alterado vários trechos do rio, comprometendo a estabilidade das margens e a qualidade da água.

O potencial para extração de areia relativo aos depósitos aluvionares recentes na planície fluvial do rio Paraíba, principalmente em seu trecho meandrante entre Jacareí e Cachoeira Paulista, é ainda bastante alto, com inúmeros pontos de extração existentes, concentrados entre Jacareí e Pindamonhangaba.

Na bacia do rio Guandu, a extração de areia no leito do rio e em cavas também é considerada um tema relevante a ser equacionado, por causa do impacto observado na qualidade da água. No caso da bacia do rio Guandu, até recentemente, a mineração de areia era largamente efetuada por processos de extração direta em leito e em cavas submersas. Em muitos casos, observava-se a conjugação dos dois processos com o avanço de frentes distintas, verificando-se o rompimento das margens e a incorporação das lagoas formadas aos cursos d'água, acarretando grandes modificações na geometria do rio, além de disponibilizar intensamente sedimentos em suspensão, aprofundar excessivamente a calha e desestabilizar margens. A poluição que atinge as lagoas marginais dá-se pelo transbordamento dos rios durante as cheias ou através do próprio lençol freático pela comunicação com os cursos d'água poluídos da região, dando origem à proliferação de algas tóxicas (COPPETEC, 2002)<sup>91</sup>. Essas atividades estão constantemente revolvendo o fundo do rio



*Cavas deixadas pela extração de areia no rio Paraíba do Sul (Taubaté-SP).*

e desbarrancando suas margens, o que coloca em suspensão o material mais fino, como silte e argila, que chegam à baía de Sepetiba em concentrações trazidas pelas águas fluviais. Esse fato, somado à poluição por esgotos sanitários, contribui para a menor transparência da água na faixa costeira (SEMADS/RJ, 2001)<sup>66</sup>.

A atividade mineradora de chumbo no rio Ribeira, nos Estados de São Paulo e Paraná, provocou a contaminação de suas águas e sedimentos. Embora as atividades das empresas que atuaram na região estejam paralisadas, há muitos rejeitos que ainda poluem o rio (EYSINK *et al.*, 2000)<sup>33</sup>.

#### **Atividades agropecuárias e manejo inadequado do solo**

A poluição difusa causada pelo uso indiscriminado de agrotóxicos é um dos fatores relevantes de poluição hídrica na região hidrográfica, o que é agravado pelo fato de sua fonte ser de difícil detecção e conseqüente controle.

As atividades agrícolas localizadas na sub-bacia do rio Caratinga são responsáveis pelas concentrações críticas de cádmio verificadas no rio Caratinga em Barra do Cuiceté (IGAM, 2003)<sup>53</sup>. Nas bacias do Espírito Santo, os problemas relacionados a essa atividade são evi-

dentos, por exemplo, na bacia do Rio Jucu, que recebe uma carga de nutrientes e agrotóxicos originados principalmente pelo escoamento superficial de áreas cultivadas. As culturas da banana e do café são muito desenvolvidas nesta bacia.

Na unidade hidrográfica do Litoral Fluminense, principalmente nas regiões de relevo mais íngreme, são usuais rios com elevada carga de sedimento em suspensão, cuja origem na área rural se deve aos desmatamentos e às más condições de conservação no uso do solo e, nas áreas urbanas, ao acelerado e desordenado processo de ocupação tanto das encostas quanto das áreas ribeirinhas.

A questão do transporte de sedimentos para a baía de Sepetiba é um fenômeno natural determinado pelos condicionantes físicos da bacia. A sedimentação vem sendo agravada nos últimos trinta anos em decorrência de diversas atividades antrópicas que contribuem para a degradação dos solos e a redução da cobertura vegetal de forma disseminada em todo o espaço da bacia. Essas ações contribuem em menor ou maior grau para a intensificação da produção e do transporte dos sedimentos, cujo resultado se faz sentir pelo asso-





reamento das calhas dos rios e, finalmente, na baía de Sepetiba (CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP, 1998)<sup>28</sup>.

A retificação dos baixos cursos dos rios litorâneos, seja para facilitar o uso agrícola da área ou para propiciar a ocupação de áreas urbanizadas, tem aumentado a velocidade de escoamento dessas áreas, ocasionando perda de sedimentos do leito, erosão e potencializando a inundação de áreas a jusante. É o que ocorre com frequência com rios que cortam áreas urbanas, como, por exemplo, os rios Guandu, da Guarda e outros rios que cortam a zona oeste do Rio de Janeiro, a restinga da Marambaia, o rio Jucu, no Espírito Santo, e o rio Paraíba do Sul.

Na bacia do rio Doce, há também um histórico de poluição hídrica causada por desmatamentos, conservação inadequada e, conseqüentemente, erosão dos solos. Na sub-bacia do rio Santo Antônio, as barragens das hidrelétricas estão, em alguns casos, com cerca de 60% da sua capacidade de armazenamento de água em vista dos significativos processos erosivos que ocorrem nessa bacia. Observa-se a perda de solo e conseqüente assoreamento em várias sub-bacias da margem esquerda do rio Doce (ANA, 2001)<sup>5</sup>.

Na bacia do rio Doce, os processos de degradação do solo aceleram-se por causa da construção de estradas mal projetadas e não conservadas, do uso do fogo de modo indevido, do preparo inadequado do solo e do uso de práticas não conservacionistas nas áreas de cultivo.

Na bacia do rio Itapemirim no Espírito Santo, ocorrem problemas de erosão que são agravados pelo intenso desmatamento verificado na bacia aliado ao mau uso do solo pelos agricultores. Essa situação facilita o carreamento do solo para os cursos d'água.

Na bacia do rio São Mateus (ES), um dos problemas é o assoreamento da calha do rio aliado à instabilidade da foz do rio, em Conceição da Barra, e a erosão da faixa de areia na praia da cidade de Conceição da Barra. O mau uso do solo causado pelo desmatamento e pela remoção da mata ciliar tem sido apontado como grande responsável pelos problemas atuais (SEAMA/ES, 2004)<sup>81</sup>.

Em geral, nas bacias do Estado do Espírito Santo, a ocupação indiscriminada do solo, sobretudo de encostas e áreas ribeirinhas da região metropolitana de Vitória, tem contribuído para a degradação ambiental e dos mananciais.

No Baixo e no Médio Paraíba do Sul tem havido, ao longo das últimas décadas, consideráveis perdas de áreas úmidas e alagadas (pântanos e várzeas) em consequência de drenagens, aprofundamento de calhas de rios, construção de diques, represamentos e aterros. Essas áreas têm grande importância funcional para o equilíbrio ambiental do corpo

d'água e das áreas adjacentes por funcionarem como "corredores ecológicos", os quais permitem o trânsito de organismos. Além disso, por serem ambientes de transição entre a água e as terras altas, atenuam as influências negativas decorrentes do mau uso e da ocupação do solo. A construção de barragens ao longo da calha do rio Paraíba do Sul com a conseqüente interrupção do transporte de sedimentos tem contribuído, a longo prazo, para a redução da linha de costa nas imediações de sua foz em São João da Barra.

Na unidade hidrográfica de Ribeira do Iguape, a erosão dos solos em razão de práticas agrícolas inadequadas causa o assoreamento no baixo Ribeira, que agrava os problemas de enchentes na região.

### Resíduos sólidos

A disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos é um dos principais fatores de agressão, causando a poluição dos corpos d'água superficiais que recebem diretamente os despejos ou os carreamentos de lixo pela água das chuvas. Na unidade hidrográfica do Litoral Fluminense, os rios da bacia da baía da Guanabara atravessam regiões densamente povoadas e recebem grandes contribuições de lixo, além de despejos industriais e esgotos sem nenhum tipo de tratamento.



Rio Pomba em Cataguazes-MG



A disposição dos resíduos sólidos urbanos e industriais, de modo geral, não conta com um planejamento geral que controle sua afluência às calhas fluviáveis da bacia de Sepetiba. As iniciativas de controle dessa fonte de sedimentos são esporádicas e muito localizadas. Registra-se aqui a expressiva quantidade de sedimentos, da ordem de 18 t/dia, provenientes da limpeza dos decantadores e dos filtros da ETA do Guandu, ricos em produtos químicos utilizados no tratamento da água, que são lançados no rio Guandu-Mirim sem tratamento (CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP, 1998)<sup>28</sup>.

Na bacia do rio Doce, os sólidos suspensos e o lixo despejado em suas águas têm causado sérios danos ambientais em seu estuário (ANA, 2001)<sup>5</sup>.

Nas bacias dos rios Itabapoana e Jucu, ocorre o lançamento de resíduos sólidos domésticos, industriais e hospitalares nas margens do rio ou nas imediações em aterros inadequados (SEAMA/ES, 2004)<sup>81</sup>.

### Acidentes ambientais

A vulnerabilidade dos corpos d'água superficiais na região hidrográfica também fica evidenciada quando ocorrem eventos catastróficos ocasionados por acidentes ambientais, como derramamentos de materiais tóxicos ou rompimento de tubulações ou barragens de rejeitos, como o ocorrido no rio Pomba, na bacia do rio Paraíba do Sul, em 2003. Essas condições, aliadas à ausência de planos de contingência, elevam o risco de comprometimento da qualidade das águas nas bacias hidrográficas que concentram maior atividade econômica.

Na madrugada de 29 de março de 2003, a barragem de um dos reservatórios da Indústria Cataguazes de Papel rompeu-se, liberando no córrego do Cágado e no rio Pomba cerca de 400 milhões de litros de lixívia, que é o resíduo industrial da produção de celulose. O produto, também conhecido como licor negro, é tóxico e atingiu o manancial que abastece a cidade de Cataguazes e outros 39 municípios de Minas Gerais e cidades do noroeste e do norte do Estado do Rio de Janeiro. Em menos de 12 horas, o produto tóxico atingiu os rios Pomba e Paraíba do Sul. O fornecimen-

to de água foi interrompido em oito municípios dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, e mais de 600 mil pessoas ficaram sem água por quase duas semanas.

Relatos à época do acidente garantem que, às margens dos rios, peixes nadavam na superfície em busca de oxigênio. A pesca foi proibida e centenas de pescadores abandonaram a atividade. Em São João da Barra (RJ), a colônia de pescadores teve o número de associados reduzido em cerca de 40%. Dos quinhentos pescadores cadastrados, trezentos viram-se obrigados a mudar de profissão.

O número de acidentes em operações de carga e descarga de petróleo e produtos químicos na baía da Guanabara através de dutos até o terminal portuário é grande, provocando muitas vezes o derramamento de substâncias tóxicas sobre os manguezais remanescentes no recôncavo da baía e sobre suas próprias águas.

O rio Paraibuna, afluente mineiro do rio Paraíba do Sul, também apresenta um histórico de acidentes causados por cargas de despejos industriais, como os ocorridos em 1980 e 1982 (LABHID, 1999)<sup>92</sup>.

Na bacia do rio Doce, há alta vulnerabilidade dos trechos onde se localizam captações de abastecimento público devido aos acidentes ambientais em algumas regiões da bacia, tais como Ponte Nova, Vale do Aço, Governador Valadares, Colatina, dentre outras (SEAMA/ES, 2004)<sup>81</sup>.

### Monitoramento

Na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) apresentou as categorias péssima e ruim nas proximidades da cidade de Juiz de Fora (rio Paraibuna), região que também sofre a influência dos despejos de várias indústrias, predominantemente as de papéis, têxteis e alimentícias. A declividade acentuada do rio Paraibuna, associada com a elevada vazão, favorece os processos de depuração, possibilitando uma recuperação nos índices de qualidade da sua água nas proximidades da sua foz, no Paraíba do Sul.



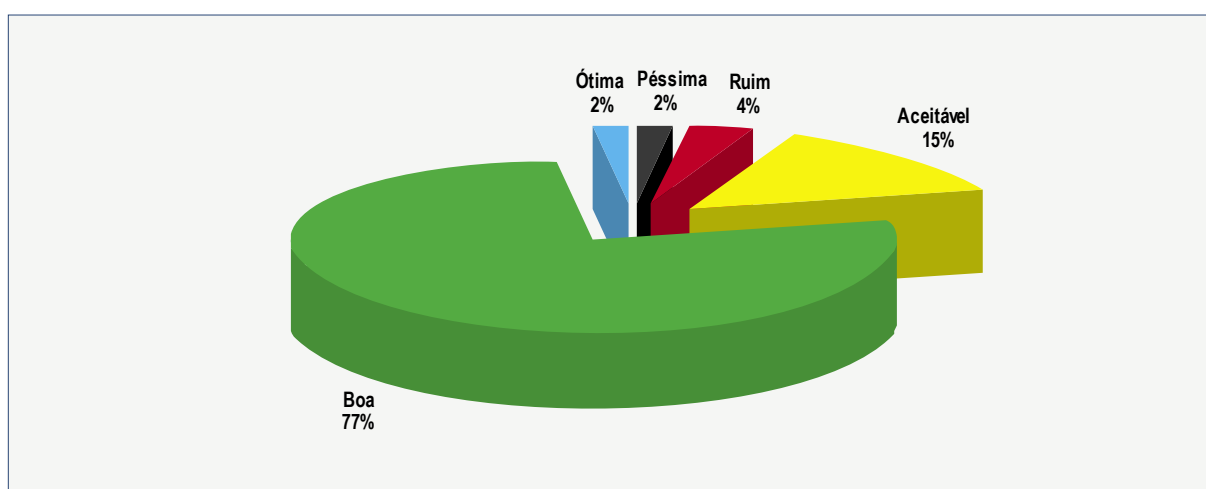


A distribuição percentual do IQA dos pontos de amostragem é apresentada na Figura 33.

No rio Paraíba do Sul, são observados trechos com qualidade aceitável no trecho paulista da bacia, tendo em vista as elevadas densidades populacionais e a ausência de tratamento em níveis adequados dos

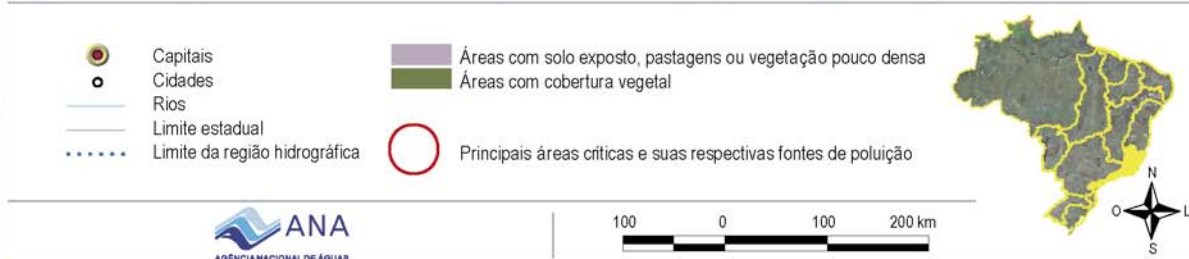
esgotos domésticos dos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Taubaté. O restante do rio apresenta condição boa segundo o IQA (Figura 34).

A Figura 35 apresenta os principais problemas encontrados na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste.



**Figura 33 – Distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**









#### 4.9. Região Hidrográfica do Paraná

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta grande importância no contexto nacional, pois possui 32% da população nacional e o maior desenvolvimento econômico do país.

Um aspecto relevante desta região hidrográfica é que algumas das principais regiões metropolitanas (São Paulo, Curitiba, Goiânia, Campo Grande e Brasília) localizam-se próximas às cabeceiras dos rios. Esse fato faz com que as cargas poluidoras geradas por essas regiões tenham um impacto maior sobre os corpos d'água, pois as cabeceiras dos rios apresentam menor capacidade de assimilação da poluição.

A poluição de origem doméstica e industrial é o principal impacto sobre os recursos hídricos desta região hidrográfica. As baixas percentagens de coleta e tratamento de esgotos domésticos fazem com que sejam significativas as cargas poluidoras, notadamente nas proximidades dos principais núcleos urbanos, comprometendo a qualidade dos mananciais de abastecimento, com destaque para a Região Metropolitana de São Paulo (reservatórios Guarapiranga e Billings), o rio Piracicaba e a bacia do

Alto Iguaçu, onde se encontra a Região Metropolitana de Curitiba.

##### Esgotos domésticos

Com relação à poluição doméstica, a carga orgânica urbana da região hidrográfica é de 2.179 t DBO<sub>5,20</sub>/dia (35% do total do país) e concentra-se principalmente na sub-bacia do Tietê (48% do total), onde se localiza a Região Metropolitana de São Paulo.

Entre os principais problemas causados pela poluição, destaca-se o racionamento no abastecimento de água na cidade de São Paulo por causa do aumento da demanda e falta de mananciais com boa qualidade de água. A interrupção dos sistemas de tratamento de água por causa da poluição dos mananciais e as queixas da população com relação a odores da água, causados por florações de algas, são frequentes na bacia do Tietê.

No Estado de São Paulo, a principal pressão sobre rios e reservatórios são os lançamentos de esgotos domésticos. Existe uma carência com relação ao tratamento dos esgotos: considerando os esgotos gerados em todo o estado, obtém-se um tratamento da ordem de 37% (CETESB, 2004)<sup>76</sup>.

Apesar de vários trechos de rios estarem comprometidos pela quantidade elevada de matéria orgânica na água e conseqüente ausência de oxigênio dissolvido, em termos globais, no Estado de São Paulo, os corpos d'água apresentaram em 68% dos pontos de monitoramento um Índice de Abastecimento Público (IAP) médio anual enquadrado nas categorias ótima, boa e regular (CETESB, 2004)<sup>76</sup>.

Um dos problemas principais da Região Metropolitana de São Paulo é a poluição de seus principais mananciais, os Reservatórios Billings e Guarapiranga. Apesar de abrigar um dos mais importantes mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, a bacia do Guarapiranga vem sofrendo um contínuo e crescente processo de degradação ambiental, observado desde o final da década de 1960, fruto da urbanização intensificada. Dessa época datam diversos estudos

técnicos que já indicavam os riscos de crescente perda da qualidade das águas do reservatório (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

Com a ocupação crescente na bacia do Guarapiranga, houve um acréscimo significativo da carga orgânica para o reservatório, causando um processo de eutrofização que se vem acentuando nos últimos anos. Somente em 1982 os fenômenos de floração de algas começaram a ser recorrentes, acarretando graves conseqüências para o abastecimento, já que comprometem a qualidade da água tanto pelo entupimento dos filtros das estações de tratamento quanto por conferir gosto e odor à água. A ocorrência de episódios mais críticos de florações de algas no Reservatório Guarapiranga tem sido registrada pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (Sabesp) tanto na estiagem (inverno) como no verão.







Márgi Moss, Projeto Brasil das Águas

Rio Tietê nas proximidades de Itu-SP

Em decorrência dessas florações, a Sabesp tem utilizado sulfato de cobre como algicida no combate às algas presentes no reservatório. Além de fornecer água para abastecimento, o Reservatório Guarapiranga é utilizado pela população também como área de lazer para fins recreacionais, tais como pesca, banho e esportes náuticos. A frequência de banhistas e de praticantes de esportes náuticos é muito acentuada nos fins de semana, principalmente no verão (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

O trecho do rio Tietê na Região Metropolitana de São Paulo possui como importantes afluentes os rios Aricanduva, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri. Esses corpos d'água servem como um sistema de afastamento de efluentes domésticos e industriais gerados em toda essa região. O rio Tamanduateí recebe cerca de 40% da carga poluidora gerada na Região Metropolitana de São Paulo, sendo por esse motivo um dos rios cuja qualidade é das mais comprometidas entre os rios do Estado de São Paulo. A situação sanitária desses rios, considerando os valores médios de oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, fósforo total, DBO<sub>5,20</sub> e coliformes termotolerantes, confirma o comprometimento total da qualidade das águas dos corpos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

As médias elevadas das concentrações de matéria orgânica biodegradável e de nutrientes indicam que a qualidade das águas dos principais rios da Região Metropolitana de São Paulo se tem mantido em péssimas condições, sem sinais de recuperação. Essa situação é confirmada pela ausência de oxigênio dissolvido em suas águas ao longo de todo esse período, demonstrando assim que os lançamentos que ocorrem em suas águas ultrapassam várias vezes sua capacidade de assimilação de cargas poluidoras. Os corpos d'água da sub-bacia do Tamanduateí possuem as piores condições sanitárias, uma vez que as médias da DBO<sub>5,20</sub>, do nitrogênio amoniacal e do fósforo total se mantiveram significativamente superiores aos demais rios (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

O rio Tietê, ao se encaminhar para o interior do estado, passa por um processo de autodepuração, e ao atingir o Reservatório de Barra Bonita apresenta níveis de poluição mais baixos. Como esse reservatório apresenta uma grande capacidade assimilativa, característica de ambientes lênticos, ele representa um importante papel na recuperação da qualidade das águas do rio Tietê, mas, por causa do aporte de nutrientes, apresenta problemas de eutrofização de suas águas (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.



No Estado de São Paulo, as bacias dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí, Alto Tietê e Sorocaba/Médio Tietê apresentaram as condições mais altas de eutrofização (condição hipereutrífica) nos pontos localizados no rio Capivari (captação de Campinas), no rio Atibaia (captação de Campinas), no rio Corumbataí (captação de Piracicaba), no rio Jaguari (captações de Paulínia e de Limeira), no rio Cotia, no rio Sorocaba (captação de Cerquilha), no Reservatório de Barra Bonita e no rio Tietê. A elevada concentração de fósforo nesses pontos deve-se, pelo menos em parte, ao aporte de esgoto doméstico, já que os valores de coliformes fecais, na maioria das campanhas realizadas, superaram o limite estipulado pela resolução Conama para aqueles corpos d'água (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

A qualidade das águas do rio Piracicaba apresenta uma piora acentuada em termos de matéria orgânica biodegradável, fósforo total e contaminação fecal após receber os efluentes domésticos dos municípios de Campinas, Sumaré e Americana. No trecho seguinte, entre os municípios de Americana e Piracicaba, o rio Piracicaba ainda recebe os lançamentos dos municípios de Limeira e de Santa Bárbara do Oeste, mantendo sua qualidade comprometida. Os níveis médios de oxigênio dissolvido também se mostraram bastante comprometidos ao longo de quase toda a extensão do rio Piracicaba. Em seu trecho final, antes da formação do Reservatório de Barra Bonita, observa-se uma recuperação dos níveis de oxigênio dissolvido. Essa recuperação decorre da maior disponibilidade hídrica, da elevada capacidade assimilativa, além da ausência de fontes expressivas de poluentes (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

A qualidade das águas do rio Pardo, no Estado de São Paulo, considerando os dados médios de oxigênio dissolvido e de coliformes termotolerantes, torna-se crítica a jusante do município de Ribeirão Preto. O valor médio do oxigênio dissolvido, neste ponto, em 2002, mostrou-se em desacordo com o padrão de qualidade, fato esse que evidencia uma piora da qualidade das águas. Portanto, a carga de matéria orgânica associada aos despejos domésticos que estão sendo lançados nesse rio já supera sua capacidade assimilativa (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

Na bacia do rio Mogi-Guaçu, alguns dos municípios mais populosos (Araras, Pirassununga, Mogi-Guaçu, São João da Boa Vista) situam-se em seu trecho inicial. Portanto, os lançamentos de seus esgotos domésticos constituem-se em importante fonte de poluição (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

No rio Preto, os elevados níveis médios de matéria orgânica biodegradável ( $DBO_{5,20}$ ), no trecho imediatamente a jusante de São José do Rio Preto, acarretam a ausência do oxigênio dissolvido. Esse ponto também possui concentrações bastante elevadas de coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal, confirmando o lançamento de esgotos domésticos (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

Na bacia do rio Iguaçu, no Estado do Paraná, o Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu fez uma análise mais recente da qualidade da água dos mananciais da Região Metropolitana de Curitiba e acrescenta que, apesar de o índice de atendimento da população quanto ao abastecimento de água ser satisfatório



*Rio Tietê na cidade de São Paulo-SP*



Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Eutrofização na Represa Foz do Areia – Rio Iguaçu-PR

(93%), o esgotamento sanitário é insuficiente, visto que apenas 46% da população urbana possui rede de esgoto, não indicando quanto desse percentual é tratado, o que contribui significativamente para a degradação dos recursos hídricos (SUDERHSA, 2000)<sup>55</sup>.

A maior carga de  $DBO_{5,20}$  na bacia do Iguaçu é gerada pela cidade de Curitiba, que está localizada na região das cabeceiras, sendo prioritário o tratamento de esgotos dessa cidade. Cascavel, situada a montante de um pequeno tributário do rio Iguaçu, apresenta a segunda maior contribuição de carga orgânica da bacia. A cidade de Foz do Iguaçu, apesar de lançar uma carga consideravelmente alta no rio Iguaçu, situa-se em um trecho da bacia que possui uma vazão alta que facilita a diluição dos efluentes (SUDERHSA, 2000)<sup>55</sup>.

No reservatório de Furnas, bacia do Rio Grande, o rebaixamento prolongado do nível das águas resultante de condições hidrológicas desfavoráveis em 2001 resultou em perdas significativas para os usuários das águas. A redução no volume de diluição piorou sensivelmente a qualidade da água do lago de Furnas, que ultrapassou os limites estabelecidos para a classe 2. O visível aumento na população de algas nas regiões a montante do reservatório foi concomitante à ocorrência de diversos surtos de doenças de veiculação

hídrica – como a hepatite tipo A e as gastroenterites – em cidades abastecidas pelo lago. A perda no volume de diluição agravou o problema do oxigênio dissolvido nas águas do lago de Furnas, conforme indicado no relatório da Feam, causando redução na qualidade e na quantidade de peixes (ENGEL, 2003)<sup>32</sup>.

A bacia do Paranaíba em Goiás é a região daquele estado que apresenta a maior densidade populacional e as maiores demandas para abastecimento doméstico e irrigação. Apresenta também crescente número de projetos de piscicultura implantados ou em implantação. Praticamente todos os municípios lançam seus esgotos *in natura*, incluindo a capital, Goiânia, que lança seus esgotos diretamente no rio Meia Ponte (ANEEL, 2001)<sup>7</sup>.

A bacia do rio Meia Ponte ocupa cerca de 10% do território de Goiás e tem quase 50% da população do estado. Essa concentração humana deve-se ao processo acelerado de urbanização e de crescimento demográfico causados pela mecanização do campo e pelo desenvolvimento industrial ocorridos na região a partir da década de 1960. Os problemas ambientais dominantes na região refletem o processo de ocupação econômica. Nas áreas urbanas, em decorrência do crescimento desordenado, existem problemas de saneamento básico.

Há expectativa de que a qualidade das águas no rio Meia Ponte melhore com a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto de Goiânia, que deve minimizar os impactos antrópicos sobre esse curso d'água (AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS, 2004)<sup>2</sup>.

O rio Meia Ponte é também o principal manancial de abastecimento público das cidades de Itauçu, Inhumas e Brazabranes. Seu uso como receptor do esgoto sanitário de Goiânia vem crescendo nos últimos anos, produzindo um impacto negativo na qualidade ambiental de toda essa região (AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS, 2004)<sup>2</sup>.

Na bacia do rio Dourado, em Mato Grosso do Sul, a carga orgânica doméstica é de 16,4 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, destacando-se a cidade de Dourados (55% do total), município que coleta 27% do esgoto gerado e, deste montante, trata 95%. Na cidade de Ponta Porã, apenas 4% do esgoto é coletado e não existe tratamento. Apesar dos impactos mencionados, a sub-bacia do rio Dourados ainda apresenta um bom perfil de qualidade da água, indicando a boa capacidade de autodepuração de seus rios (Ferreira *et al.*, 2000)<sup>35</sup>.

### Poluição industrial

Com relação à poluição industrial, destaca-se a concentração de indústrias nas proximidades das regiões metropolitanas de São Paulo e Curitiba.

No Estado de São Paulo, a maior parte das indústrias concentra-se nas bacias do Alto Tietê, Piracicaba/Capivari/Jundiaí, Tietê/Sorocaba, Mogi-Guaçu e Pardo. A região dos rios Mogi e Pardo reúne número

significativo de usinas de açúcar e álcool do estado, grandes usuárias da água (SÃO PAULO, 2000)<sup>78</sup>.

A presença das usinas de açúcar e álcool em outras regiões do território paulista também é responsável por mais da metade das demandas, como no caso das bacias do São José dos Dourados, Tietê/Jacaré, Aguapeí e Médio Paranapanema.

Na bacia do Alto Tietê, predominam as atividades do setor químico, celulose, mecânica e metalúrgica; nas do Tietê/Sorocaba e Piracicaba/Capivari/Jundiaí, particularmente nesta última, há uma distribuição equivalente entre usinas de açúcar e álcool e indústrias química, petroquímica e de celulose (SÃO PAULO, 2000)<sup>78</sup>.

No Estado de São Paulo, houve uma redução de 24% na carga industrial gerada no período de 1992 a 1997, o que denota esforços por parte da agência ambiental e dos empreendedores no sentido de minimizar a geração de efluentes, com ênfase na prevenção da poluição e de mecanismos de produção mais limpa. Enquanto isso, a carga remanescente, que é aquela efetivamente lançada nos cursos d'água, representa apenas 4% do total gerado. Já a carga de origem doméstica gerada entre 1992 e 2000 sofreu um incremento de 9%, ou 158 t/dia, das quais apenas 26% foram tratadas. Esses dados refletem a expressividade do lançamento de esgotos domésticos sem tratamento para a degradação dos corpos d'água (Figura 36) (SÃO PAULO, 2004)<sup>79</sup>.

Na bacia do rio Iguaçu, no Estado do Paraná, a poluição de origem doméstica é ainda agravada

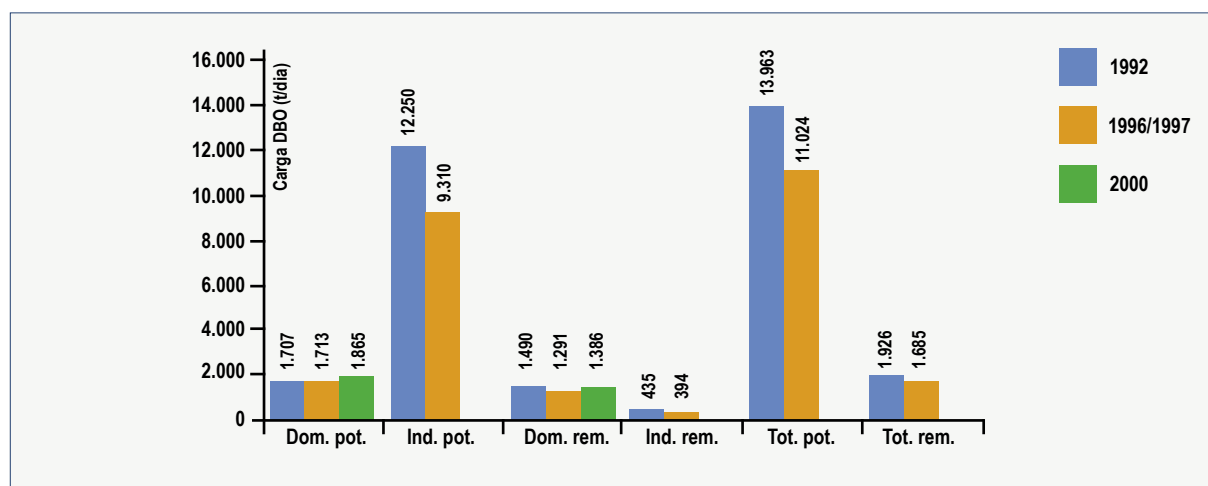


Figura 36 – Cargas orgânicas domésticas e industriais, potenciais e remanescentes, no Estado de São Paulo, período 1992-2000. Fonte (SÃO PAULO, 2004)<sup>79</sup>



pelas cargas poluidoras industriais da Região Metropolitana de Curitiba, que apresenta 306 estabelecimentos considerados poluidores. As cargas poluidoras desses lançamentos contribuem para o aumento de  $DBO_{5,20}$ , fosfato total e coliformes fecais, sendo estimadas em aproximadamente 140 t  $DBO_{5,20}$ /dia provenientes dos esgotos domésticos e 18 t  $DBO_{5,20}$ /dia oriundas de esgotos industriais (SUDERHSA/PA, 2000)<sup>55</sup>.

O rio Meia Ponte, em Goiás, abastece mais de 290 empreendimentos instalados em sua bacia: plantas industriais, extração mineral, pecuária, agricultura, aquicultura e produção de energia elétrica, entre outros. A implantação, em fundos de vales, de indústrias que usam os mananciais como receptores para os efluentes industriais é outro problema que se vem acentuando (AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS, 2004)<sup>2</sup>.

#### Atividades agropecuárias e manejo inadequado dos solos

A falta de manejo adequado dos solos agrava o processo de degradação em grande parte da região hidrográfica.

Na bacia do rio Mogi-Guaçu, observa-se intensa atividade agrícola, principalmente das culturas de cana-de-

açúcar e cítricos, que gera cargas poluidoras oriundas do deflúvio superficial agrícola (CETESB, 2003)<sup>75</sup>.

A bacia do rio Ivinhema, que abrange 13 municípios de Mato Grosso do Sul, apresenta um processo gradativo de degradação ambiental causado pelo uso indiscriminado de agrotóxicos e pelo desmatamento realizado para atender às demandas da agricultura e da pecuária bovina (IPLAN, 2001)<sup>44</sup>.

Oliveira *et al.* (2000)<sup>54</sup> também mencionam que a intensa intervenção antrópica ocorrida na bacia do rio Ivinhema, sobretudo intervenções ligadas ao setor agropecuário, tem levado a crescentes níveis de degradação ambiental. Segundo os autores, a ocupação desordenada tem implicado grandes alterações na paisagem natural, causando diferentes impactos nos recursos naturais, tais como a destruição de matas ciliares, a degradação e a erosão do solo, o assoreamento e a contaminação dos mananciais por agroquímicos, originando danos ambientais e sociais de grande intensidade.

Ferreira *et al.* (2000)<sup>35</sup> realizaram uma caracterização ambiental e socioeconômica da sub-bacia do rio Dourados (9.205 km<sup>2</sup>), afluente do rio Brilhante, formador do rio Ivinhema. Essa sub-bacia apre-



Represa de Furnas-MG



senta intensa exploração agropecuária, sendo de grande importância os aspectos de abastecimento público e irrigação. Os autores colocam como as principais fontes de degradação dessa sub-bacia:

- a destruição da vegetação, em especial nas margens dos cursos d'água. No ano de 1995, cerca de 64% da área da bacia do rio Dourados era ocupada por pastagens, 21% por lavouras e 10% por matas.
- apenas 41% dos estabelecimentos agropecuários adotavam práticas de conservação do solo.

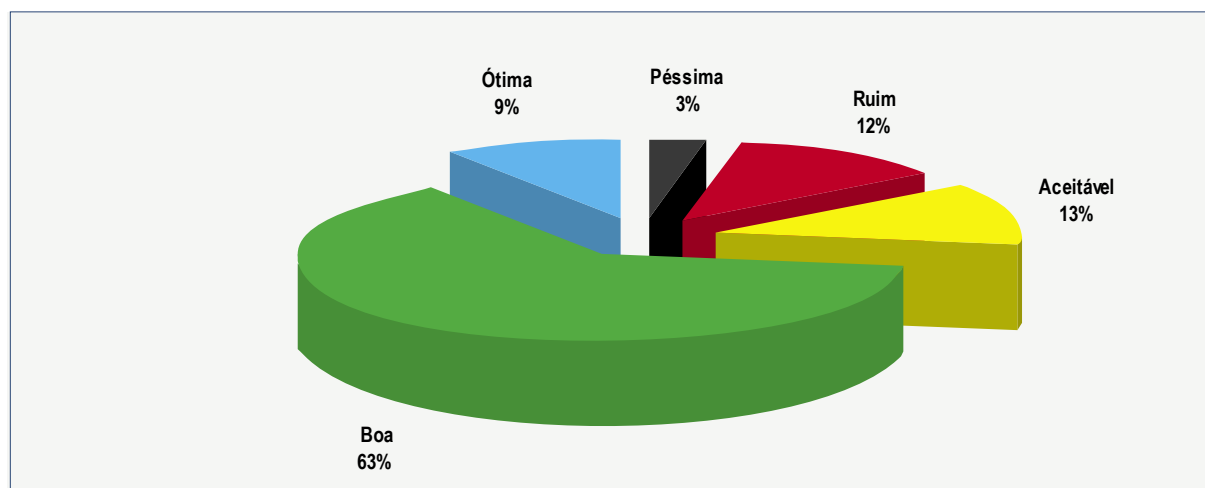
No Paraná, o rio Ivaí, carente de matas em suas margens, chega a jogar no lago de Itaipu mais de 2 milhões de toneladas de sedimentos em um único ano.

### Monitoramento

A Figura 37 apresenta a distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Paraná.

A Figura 38 apresenta o mapa do IQA para a Região Hidrográfica do Paraná. Verifica-se que os rios Meia Ponte e Tietê possuem trechos na categoria péssimo, associados principalmente ao lançamento de esgotos das cidades de Goiânia e São Paulo, respectivamente. Existem diversos rios na região que apresentam trecho com o IQA em condição ruim, como, por exemplo, Piraicaba, Iguaçu, Turvo, Tietê, Meia Ponte, entre outros.

A Figura 39 a seguir apresenta as principais fontes de poluição da Região Hidrográfica do Paraná.



**Figura 37 – Distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Paraná**











Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Rio Ibicuí-RS

#### 4.10. Região Hidrográfica do Uruguai

A Região Hidrográfica do Uruguai possui em território brasileiro 177.494 km<sup>2</sup> (2,1% do país), abrange parte dos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul e apresenta grande importância para o país em função das atividades agroindustriais desenvolvidas e do seu potencial hidrelétrico.

Cerca de 3,8 milhões de pessoas vivem na parte brasileira da região hidrográfica, com maior concentração nas sub-bacias Chapecó (21,0%), Várzea (20,1%) e Ibicuí/Quaraí/Negro (14,1%).

Além do problema de lançamento de esgotos, também é importante destacar a acentuação dos processos erosivos, o assoreamento dos ecossistemas aquáticos e a contaminação por agrotóxicos, além de problemas relacionados com a mineração.

Na região, destacam-se os impactos ambientais relativos ao lançamento de esgotos domésticos *in natura* nos principais centros urbanos, de origem rural, especialmente gerado pelas suinoculturas e pelos efluentes das indústrias de celulose que comprometem a qualidade das águas nessa região.

No Estado de Santa Catarina, algumas áreas das bacias dos rios Peperi-Guaçu, das Antas, Chapecó, Irani, Jacutinga, do Peixe e Canoas apresentam conflitos entre lançamento de efluentes urbanos, rurais e industriais e o abastecimento da população.

##### Esgotos domésticos

A carga orgânica doméstica remanescente é de 141 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, que representa 2% da carga total do país e se concentra principalmente nos grandes centros urbanos. A região apresenta baixo nível de tratamento de esgotos.

Dos centros urbanos da região, merecem destaque Lajes e Chapecó, nas bacias dos rios Canoas e Chapecó, respectivamente, Uruguiana e Alegrete, na bacia do rio Ibicuí, e Erechim, na bacia do rio Passo Fundo/Várzea.

##### Atividades agropecuárias

Originalmente, a região apresentava, em termos de vegetação, nas nascentes do rio Uruguai, campos e mata com araucária, e na direção sudoeste, a mata do Alto Uruguai (Mata Atlântica). Atualmente, a re-



gião encontra-se intensamente desmatada, e apenas regiões restritas conservam a vegetação original. Segundo o Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas de Santa Catarina, elaborado em 1997, na bacia do rio Canoas/Pelotas, principalmente as florestas de pinheiro (araucária) foram devastadas pela indústria madeireira. Como consequência, a vegetação primária e a secundária ocupam, em média, 18% da área da bacia. Mesmo assim, a região continua a dedicar-se à indústria madeireira e à produção de papel e celulose. Por essa razão, as áreas reflorestadas atingem, em média, 6% de sua área total.

A devastação da vegetação original deve-se também à expansão agrícola, notadamente das lavouras de arroz irrigado na região da Campanha e soja e trigo no planalto. Nas áreas de minifúndio, localizadas junto aos vales, desenvolveram-se intensamente a suinocultura e a avicultura.

No Rio Grande do Sul, as principais atividades econômicas desenvolvidas estão relacionadas principalmente com a agricultura, notabilizando-se as culturas do arroz irrigado, na bacia hidrográfica dos rios Butuí–Piratinim–Icamaquã, Santa Maria, Ibicuí e Quaraí, e soja e milho, nas dos rios Ijuí, Turvo–Santa Rosa–Santo Cristo, Passo Fundo–Várzea e Apuaú–Inhandava.

Conforme dados do Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, as culturas de arroz, além dos riscos de contaminação por agrotóxicos, geram outros impactos, como a drenagem de banhados, a redução da mata ciliar e a perda da diversidade biológica.

A erosão do solo e o consequente assoreamento dos corpos d'água provocados por atividades agrícolas sem a utilização de práticas de conservação do solo e pela retirada da cobertura vegetal representam um importante problema na Região Hidrográfica do Uruguai em razão da substituição maciça das áreas naturais pela monocultura e pela pecuária. Há na região um intenso processo de desenvolvimento de ravinamento e voçorocas.

Uma importante fonte de contaminação das águas superficiais são os efluentes da criação de suínos no oeste catarinense, nas bacias dos rios Peperi-Guaçu, Antas, Chapecó, Irani e Jacutinga. Essa região apresenta a maior concentração de suínos por km<sup>2</sup> do país. Esse fato, aliado ao alto grau de confinamento, traz como consequência um grande aumento do volume e uma grave concentração de dejetos líquidos. Esses dejetos mal manejados vêm poluindo contínua e crescentemente as águas da região, notadamente os pequenos mananciais.



*Criação de Suínos - SC*



A grande produção de efluentes da suinocultura, que contamina os rios e os aquíferos do oeste catarinense, exige a aplicação pelos produtores rurais de tecnologias para tratamento e reaproveitamento dos seus resíduos. O grande volume de gases, matéria orgânica, bactérias e outras substâncias geradas pela atividade constitui um fator de risco para a contaminação do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

O agravamento da questão ambiental nos grandes centros produtores de suínos decorre do grande volume de efluentes gerados por propriedade e pela escassez de áreas agrícolas aptas a sua disposição e utilização como fertilizante. Muitos criadores, embora sejam considerados pequenos proprietários, geram volumes de efluentes acima da capacidade de suporte de utilização na propriedade, que sem o tratamento adequado e a infra-estrutura necessária (armazenagem, transporte e distribuição) para sua viabilização como fertilizante acabam sendo dispostos no ambiente, gerando poluição.

Segundo o Relatório da Suinocultura Intensiva e a Qualidade das Águas, elaborado pela ANA (2002)<sup>6</sup>, em termos de  $DBO_{5,20}$ , existem dados que permitem afirmar que os valores de carga orgânica alcançados na suinocultura podem ser bem mais elevados que aqueles gerados por seres humanos, podendo atingir, em casos extremos, 544 g/animal/dia, na média das diversas idades existentes em granja de ciclo completo, enquanto a do ser humano é de 54 g/habitante/dia. Estudos da Epagri demonstraram que oito em cada dez amostras da água para consumo rural no oeste catarinense estavam contaminadas por Coliformes fecais. A Embrapa estimou em 60% a contribuição da suinocultura para as altas taxas de nitrato (48,6 mg/L) encontradas em períodos de baixa vazão no rio do Lajeado Fragoços (Concórdia-SC) (ANA 2002)<sup>6</sup>.

O oeste do Estado de Santa Catarina, além de desenvolver a suinocultura, é uma região produtora de grãos. O uso excessivo e impróprio de agrotóxicos e o manejo inadequado do solo (fator determinante da erosão existente) vêm contribuindo para um crescente processo de degradação ambiental.

Apesar da existência de dados e de diversos trabalhos sobre os impactos ambientais causados pela produção intensiva de suínos, o monitoramento da qualidade da água nas regiões produtoras ainda é deficiente. Embora as análises das poucas campanhas de coleta de amostras já indiquem a contaminação dessas áreas, só um levantamento detalhado, com monitoramento contínuo, poderá dar subsídios a programas de prevenção e recuperação.

### Poluição industrial

Com relação à atividade industrial, predominam as indústrias de papel e celulose, serrarias e madeireiras no Estado de Santa Catarina, e de abate de animais (principalmente aves e porcos) em ambos os estados (Rio Grande do Sul e Santa Catarina).

Na bacia do rio Uruguai, as maiores fontes de poluição industrial estão nos rios do Peixe e Canoas, localizados na parte superior da bacia, representadas principalmente por fábricas de papel e celulose. Destacam-se também as indústrias de couro, curtumes, matadouros, cervejarias e agroindústrias. As cidades de Caçador, Videira (bacia do rio do Peixe) e Lajes (bacia do rio Canoas) são os principais centros (ANA, 2001)<sup>5</sup>.

Segundo dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, o rio Canoas, a jusante da cidade de Otacílio Costa, e o rio Caveiras, no início do represamento da usina hidrelétrica Caveiras, são os que apresentam a qualidade da água bastante comprometida na bacia do rio Canoas. Nesse contexto, os trechos mais poluídos estão localizados a jusante dos lançamentos das indústrias de papel situadas nos municípios de Otacílio Costa e Correia Pinto.

### Mineração

Com relação à mineração no Médio Uruguai (de Ivai até barra do Quaraí), predomina a mineração de pedras semipreciosas. Também ocorre a mineração de areia e cascalho ao longo dos rios Ibicuí, Santa Maria e Uruguai, que alteram a dinâmica do leito e das margens dos mananciais. Em termos gerais, essas atividades têm impacto local.



*Confluência do rio Várzea (direita) com o rio Uruguai - RS*

Conforme dados do Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, na bacia do rio Ibicuí são exploradas também argila, ágata e ametista (nas cabeceiras do rio Ibirapuitã em Santana do Livramento). Tal atividade colabora para o aumento do assoreamento na região e conseqüente degradação da qualidade dos mananciais.

### Monitoramento

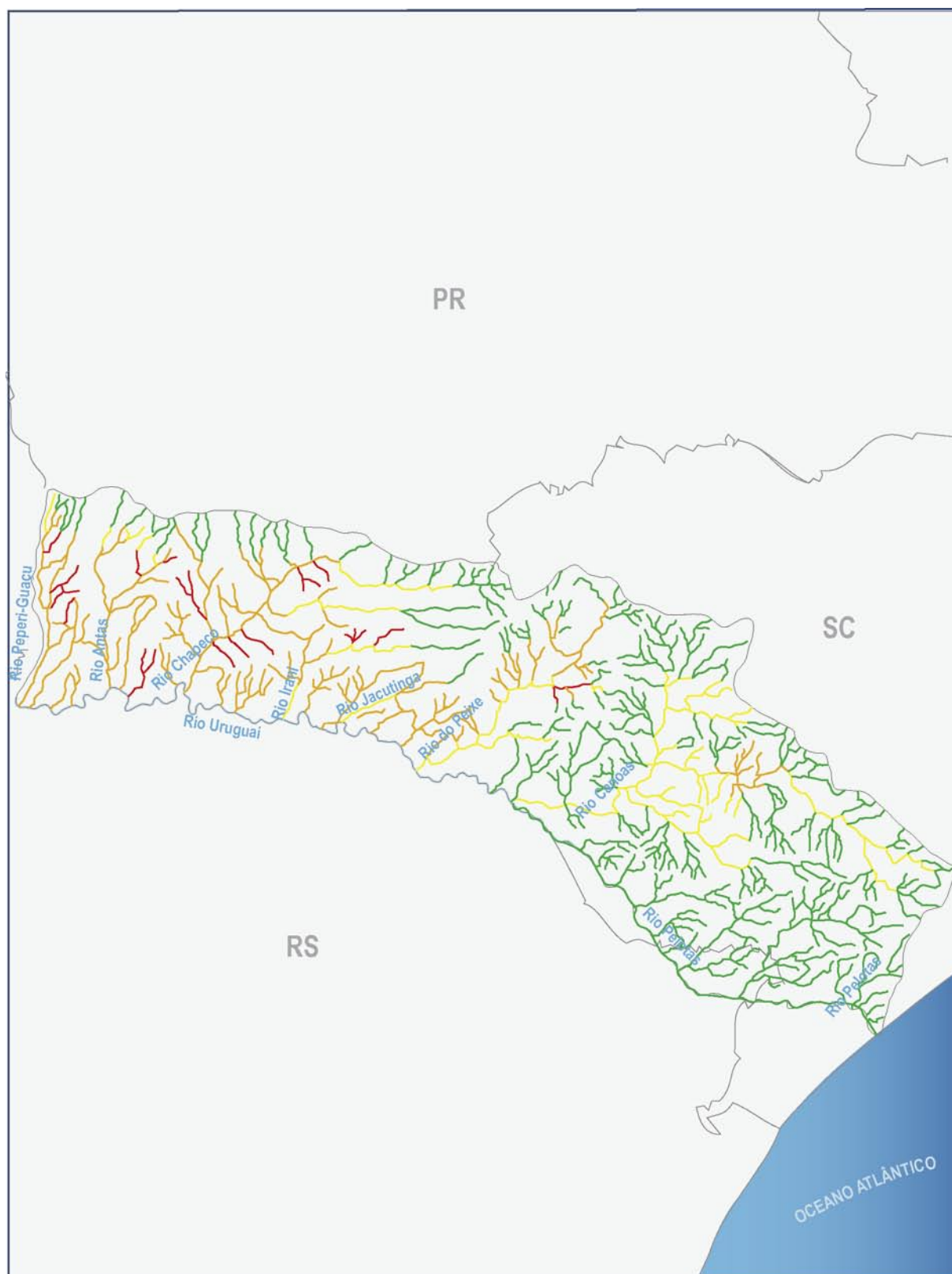
Considerando que na Região Hidrográfica do Uruguai não existe rede de monitoramento da qualidade da água e que a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente de Santa Catarina constata como fator limitante a inexistência de estudos básicos amplos e atualizados sobre os recursos hídricos do estado, as informações sobre a qualidade das águas superficiais na região são escassas.

A situação dos mananciais da Região Hidrográfica do Uruguai, no Estado de Santa Catarina, pode

ser ilustrada com o mapa indicativo de qualidade da água, obtido no Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas de Santa Catarina elaborado em 1997. Levantados os dados de qualidade da água no estado, verificou-se que a contaminação das águas superficiais é mais crítica nas regiões com alta concentração de suínos, ou seja, nas bacias dos rios Peperi-Guaçu, Antas, Chapecó, Irani e Jacutinga, conforme mostra a Figura 40.

Nas áreas onde estão instaladas indústrias de papel e celulose, nas bacias dos rios do Peixe (na região de Videira e Caçador) e Canoas (na região do município de Lajes), a degradação dos corpos d'água reflete a poluição provocada por essas atividades.

As principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição na Região Hidrográfica do Uruguai são apresentadas na Figura 41.



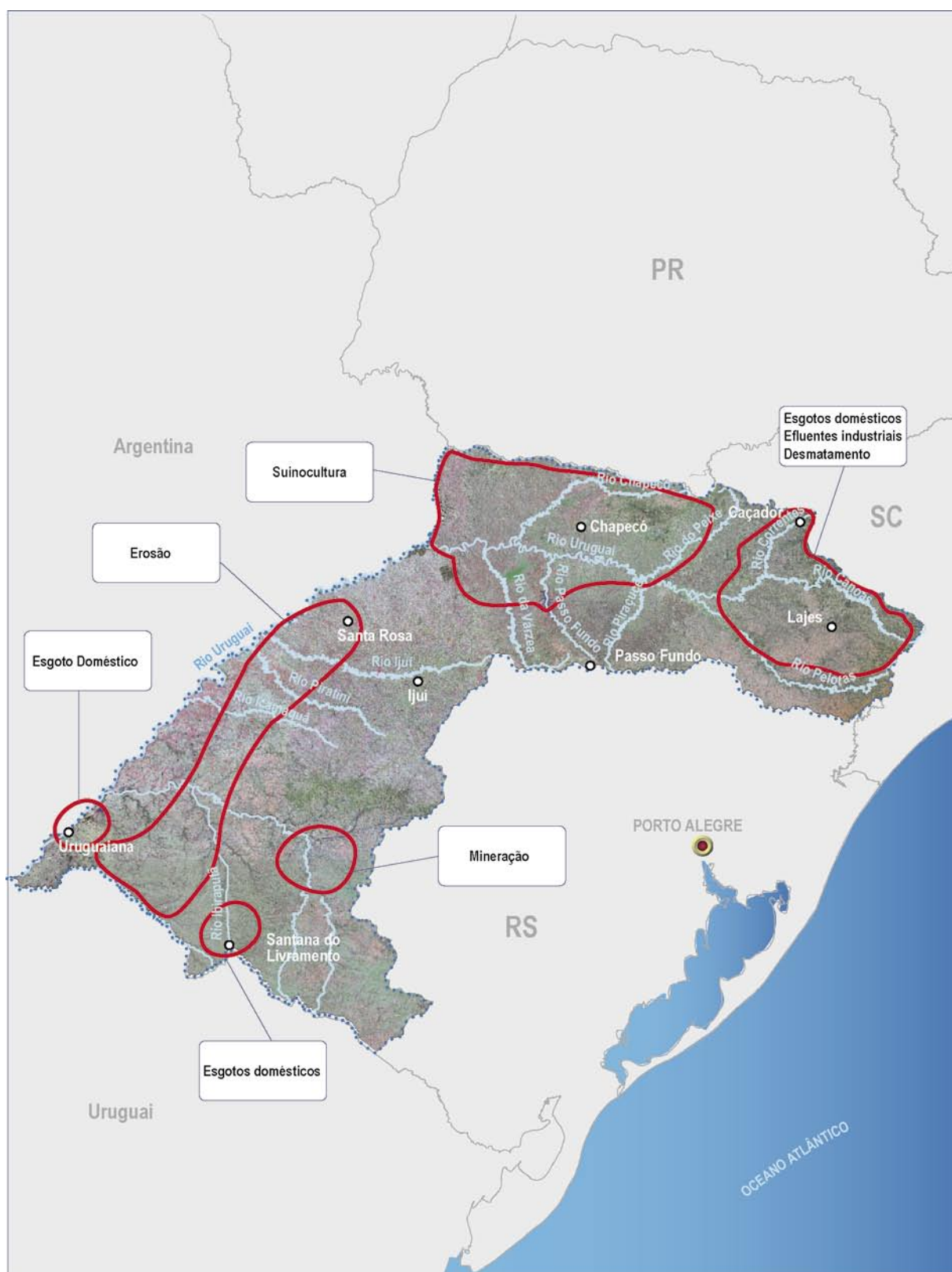
**Figura 40 – Mapa indicativo da qualidade dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Uruguai no Estado de Santa Catarina**

- Sem poluição aparente
- Pouco poluídos
- Poluídos
- Intensamente poluídos

Fonte: Cepa/SC (1995)







**Figura 41 - Principais Áreas Críticas e suas Respectivas Fontes de Poluição - Região Hidrográfica do Uruguai**

- |  |          |  |  |  |                             |  |                 |  |                               |  |   |
|--|----------|--|--|--|-----------------------------|--|-----------------|--|-------------------------------|--|---|
|  | Capitais |  | Cidades  |  | Rios                        |  | Limite estadual |  | Limite da região hidrográfica |  | Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição |
|  |          |  | Áreas com solo exposto, pastagens ou vegetação pouco densa |  | Áreas com cobertura vegetal |  |                 |  |                               |  |   |



#### 4.11. Região Hidrográfica Atlântico Sul

A Região Hidrográfica Atlântico Sul tem grande importância no país por abrigar um expressivo contingente populacional, pelo desenvolvimento econômico da região e sua importância para o turismo.

Cerca de 11,6 milhões de pessoas vivem na região, com 84,7% delas localizadas em área urbana. A região abriga 420 municípios, entre os quais se destacam no contexto socioeconômico: Paranaguá, no Paraná; Joinville e Florianópolis, em Santa Catarina; Caxias do Sul, Santa Maria, Pelotas e a Região Metropolitana de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. A população da região está concentrada, principalmente, nas sub-bacias do rio Itajaí, Litoral Norte Catarinense, Guaíba e Lagoa dos Patos.

Na região hidrográfica predominam rios de pequeno porte que escoam diretamente para o mar. As exceções mais importantes são os rios Itajaí e Capivari, em Santa Catarina, que apresentam maior volume de água. No Rio Grande do Sul, ocorrem rios de grande porte como o Taquari-Antas, Jacuí, Vacacaí e Camaquã que estão ligados aos sistemas lagunares da Lagoa Mirim e dos Patos.

A região da Baixada Norte Catarinense, que contém as sub-bacias dos rios Cubatão (próximo à cidade de Joinville) e Itapocu (próximo à cidade de Jaraguá), é considerada a segunda área crítica do estado em termos de degradação ambiental.

O rio Cachoeira, que atravessa Joinville, a lagoa Saguauçu e a baía da Babitonga apresentam comprometimento da qualidade da água por causa do lançamento dos efluentes do maior parque industrial do estado e dos despejos de esgotos domésticos. No médio curso do rio Itapocu, a poluição por agrotóxicos é considerável em razão da expressiva lavoura de arroz irrigado. Outros centros urbano-industriais localizados na área contribuem para a degradação dos recursos hídricos da região. O problema da invasão de água salina também está presente próximo à foz.

No Vale do Itajaí, a situação da qualidade dos recursos hídricos é considerada séria, não só nos centros urbanos como também nas áreas rurais por causa do uso intenso de agrotóxicos, pelos dejetos de suínos e pelo assoreamento dos rios provocado pela erosão do solo.



No Litoral Centro Catarinense, pode-se afirmar que todos os rios apresentam alguma intensidade de poluição, principalmente por esgoto domiciliar e hospitalar, resíduos sólidos, agrotóxicos, efluentes industriais e sedimentos. A bacia do rio Cubatão do Sul é a mais preocupante, tendo em vista sua importância para o abastecimento da Grande Florianópolis.

Na Região Sul Catarinense, a principal fonte de poluição está relacionada com a extração e o beneficiamento de carvão, que coloca essa região entre as mais poluídas do Brasil. Destaca-se, também, a poluição causada por efluentes industriais, esgotos domésticos, agrotóxicos e dejetos de suínos.

Na bacia do rio Guaíba, no Rio Grande do Sul, a intensa atividade econômico-industrial e agrícola resulta em acentuados impactos sobre os recursos hídricos. Os principais problemas localizam-se principalmente nas áreas urbanas (Região Metropolitana de Porto Alegre) e são causados pelo lançamento de esgoto, efluentes industriais e a disposição irregular de lixo. Na área rural, os problemas são causados pela contaminação por agrotóxicos, desmatamento e lançamento de esgotos. O programa Pró-Guaíba, do governo do Estado do Rio Grande do Sul, vem desenvolvendo ações no sentido de reduzir os níveis de poluição e promover o desenvolvimento socioambiental (PRÓ-GUAÍBA, 2005)<sup>73</sup>.

### Esgotos domésticos e resíduos sólidos

Um dos principais problemas da Região Hidrográfica Atlântico Sul é o lançamento de efluentes domésticos, principalmente nas bacias dos rios Itajaí, em Santa Catarina, e Guaíba, no Rio Grande do Sul. O nível de tratamento de efluentes é muito baixo, comprometendo significativamente a qualidade dos mananciais superficiais. A carga poluidora orgânica doméstica estimada na Região Hidrográfica Costeira do Sul é de 534 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, que representa 7% do total do país.

A bacia do rio Itajaí em Santa Catarina recebe os esgotos urbanos de um contingente populacional de aproximadamente 900 mil pessoas, com destaque para a cidade de Blumenau.

No verão, os serviços de disposição de lixo e de tratamento de esgotos na orla marítima tornam-se ainda mais deficitários em função da sobrecarga do turismo. A contaminação das águas superficiais causa impactos sobre os sistemas estuarinos, lagunares e costeiros.

### Poluição industrial

A Bacia apresenta unidades industriais dos mais diversos tipos, tais como: indústrias têxteis de Blumenau e Brusque; indústrias metal-mecânicas de Timbó e Pomerode; indústrias de pescado em Itajaí, resíduos de frigoríficos, beneficiadoras de óleo de soja, papeleiras



Margi Moss, Projeto Brasil das Águas



e feculárias do Médio e do Alto Vale do Itajaí; e indústrias metalúrgicas, alimentícias, calçadistas e petroquímicas na bacia do rio Guaíba. Por essa razão, recebe a descarga de grande parte dos efluentes e dos resíduos industriais produzidos.

As grandes indústrias têxteis da região de Blumenau implantaram estações de tratamento de efluentes, buscando tornar sua produção ecologicamente correta com vistas ao exigente mercado exterior.

No início da década de 1980, a Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA) realizou um extenso levantamento das principais fontes poluidoras do estado e concluiu que a poluição hídrica era o ponto mais grave a ser combatido. Assim, a partir de 1987, começou a implantar Programas de Proteção e Recuperação Ambiental por Bacia Hidrográfica nas regiões mais industrializadas do Estado de Santa Catarina. Nesse programa, selecionaram-se as maiores empresas dessas regiões, responsáveis, juntas, por 80% da poluição lançada nos rios sem qualquer tratamento. Em audiências públicas, a FATMA convocou-as a construir estações de tratamento de efluentes a serem concluídas e colocadas em operação dentro de cronogramas específicos determinados pela Fundação (FATMA, 2004)<sup>74</sup>.

Na bacia do rio Tubarão e no complexo lagunar, o programa foi lançado em 1995. Nessa região, comprometida por mais de cinquenta anos de exploração e beneficiamento de carvão, agrotóxicos das lavouras de arroz, dejetos de intensa criação de suínos e resíduos de feculárias, o programa visa cadastrar mais de seiscentas empresas e atividades potencialmente poluidoras. O objetivo é reduzir a carga poluidora em 80% e monitorar permanentemente as águas superficiais da bacia do rio Tubarão e das inúmeras lagoas da região, criadouros de camarões e várias espécies de peixes. A FATMA emitiu mais de novecentas licenças ambientais neste Programa, sendo também recuperados trezentos hectares de áreas degradadas pela mineração do carvão (FATMA, 2004)<sup>74</sup>.

Na região do Vale do Itajaí, o programa foi lançado em 1989, com sessenta indústrias convocadas, principalmente têxteis, tinturarias, beneficiadoras de pes-

cados e feculárias. Atualmente, 64 delas estão com sistemas de tratamento concluídos, duas com sistemas em implantação, seis não iniciaram implantação, nove desativaram o setor poluente e cinco empresas foram desativadas. No início do programa, a carga poluidora lançada pelas empresas era equivalente à de uma população estimada em 1.353.643 habitantes, e a carga atual é equivalente a uma população estimada em 247.297 habitantes (FATMA, 2004)<sup>74</sup>.

Na bacia do rio Guaíba, existem cerca de 15 mil industriais, com cerca de 4 mil possuindo potencial poluidor, havendo maior concentração nas bacias do Taquari-Antas e Sinos. Na bacia do rio dos Sinos, predominam as indústrias coureiro-calçadista, petroquímica e metalúrgica. As indústrias mecânica, alimentícia e de bebidas predominam no rio Gravataí. Os setores coureiro-calçadista, metal-mecânico e de autopeças predominam no rio Caí, e as indústrias petroquímicas, químicas, de plástico, borracha, siderurgia e alimentícia na bacia do rio Jacuí (PRÓ-GUAÍBA, 2005)<sup>73</sup>.

### Mineração

Entre as atividades mineradoras da região, merece destaque a exploração de carvão, concentrada no Estado de Santa Catarina, nas bacias dos rios Tubarão e Araranguá, e no Estado do Rio Grande do Sul, que contém mais de 90% da reserva nacional. As atividades mineradoras representam uma fonte importante de poluição das águas superficiais, com destaque para a região de Criciúma e Tubarão (SC) e Jacuí (RS) (mineração de carvão), Litoral Sul Catarinense (argila) e rio Camaquã (RS) (ouro).

Na região carbonífera de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, a poluição hídrica causada pela drenagem ácida é provavelmente o impacto mais significativo das operações de mineração e beneficiamento do carvão mineral. Essa poluição decorre da infiltração da água de chuva sobre os rejeitos gerados nas atividades de lavra e beneficiamento, que alcançam os corpos hídricos superficiais e/ou subterrâneos. Essas águas adquirem baixos valores de pH (< 3), altos valores de ferro total, sulfato total e vários outros elementos tóxicos que impedem sua utilização em qualquer atividade e destroem a flora e a fauna aquática (ALEXANDRE e KREBS, 1995 *apud* CPRM, 2002)<sup>89</sup>.



Três bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina são consideradas impactadas pela atividade mineradora de carvão: rio Araranguá, rio Tubarão e rio Urussanga. O volume total de rejeito e estéril depositados nas áreas dessas três bacias hidrográficas perfaz mais de 370 milhões de m<sup>3</sup> (rio Araranguá, 223 milhões de m<sup>3</sup>; rio Tubarão, 91 milhões de m<sup>3</sup>; rio Urussanga, 58 milhões de m<sup>3</sup>). A área comprometida corresponde a 4,7 mil ha (rio Araranguá, 2,9 mil ha; rio Tubarão, 1,2 mil ha; rio Urussanga, 600 ha) (JICA, 1997 *apud* CPRM, 2002)<sup>89</sup>.

Na bacia do rio Tubarão, a extração do carvão, base da economia do município por mais de oitenta anos, causou grande impacto no rio Tubarão, já que o carvão retirado do solo era lavado no local e os dejetos lançados no rio.

Apesar de a atividade de extração do carvão estar parada, a água da chuva, ao passar pela áreas de mineração, despeja no rio resíduos altamente poluidores. A degradação ambiental provocada pelas atividades de extração e beneficiamento do carvão é tão evidente que nesse trecho o rio Tubarão é considerado morto.

O rio Camaquã (RS) sofreu muito com o impacto da mineração de ouro em Lavras do Sul e cobre nas minas do Camaquã em Caçapava do Sul, mas não chegou a um grau de poluição elevado. Ele tem importância para os usos de irrigação e abastecimento e também como patrimônio estadual pelas matas de angico, açoita-cavalo e outras espécies. É nesta bacia hidrográfica que fica mais da metade da mata nativa dos 2,5% restantes do Estado do Rio Grande do Sul. Além disso, seu ecossistema interliga-se com a Lagoa dos Patos.

### Atividades agropecuárias

Na área rural, o solo tem sido intensamente usado, geralmente com práticas degradantes e grande utilização de insumos agrícolas, o que resultou em extensas áreas desflorestadas. Os principais problemas existentes atualmente são o assoreamento e a erosão das margens, o desmatamento indiscriminado das matas ciliares e o alto consumo de água no verão para a irrigação do arroz.

Os efluentes de suinocultura e avicultura são importantes fontes de contaminação das águas superficiais e subterrâneas no Vale do Itajaí (SC) e nos rios



Margi Moss, Projeto Brasil das Águas

Pardo e Taquari na sub-região do Guaíba (RS). Mais a jusante, os efluentes da criação de suínos e os abatedouros produzem elevada poluição orgânica que, com os esgotos, o lixo e os resíduos de agrotóxicos das lavouras de fumo e feijão, contribui para poluir ainda mais os corpos d'água.

### Monitoramento

A Figura 42 apresenta a distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Atlântico Sul.

Em Santa Catarina, foi feita uma classificação da qualidade dos corpos d'água indicada na Figura 43 para os principais rios do estado (INSTITUTO CEPA/SC, 1999)<sup>47</sup>.

Em relação ao Índice de Qualidade das Águas, na Região Hidrográfica Atlântico Sul a maioria dos rios apresentou condição boa. O rio dos Sinos e o rio Gravataí apresentaram condição ruim ou aceitável em função das cargas de esgotos. Os rios Caí, Taquari-Antas e Jacuí apresentaram melhores condições, pois não apresentam cidades de grande porte e suas características físicas (corredeiras, maiores vazões) permitem uma melhor oxigenação das águas e conseqüente depuração dos esgotos (Figura 44).

A Figura 45 apresenta as principais fontes de poluição da Região Hidrográfica do Atlântico Sul.

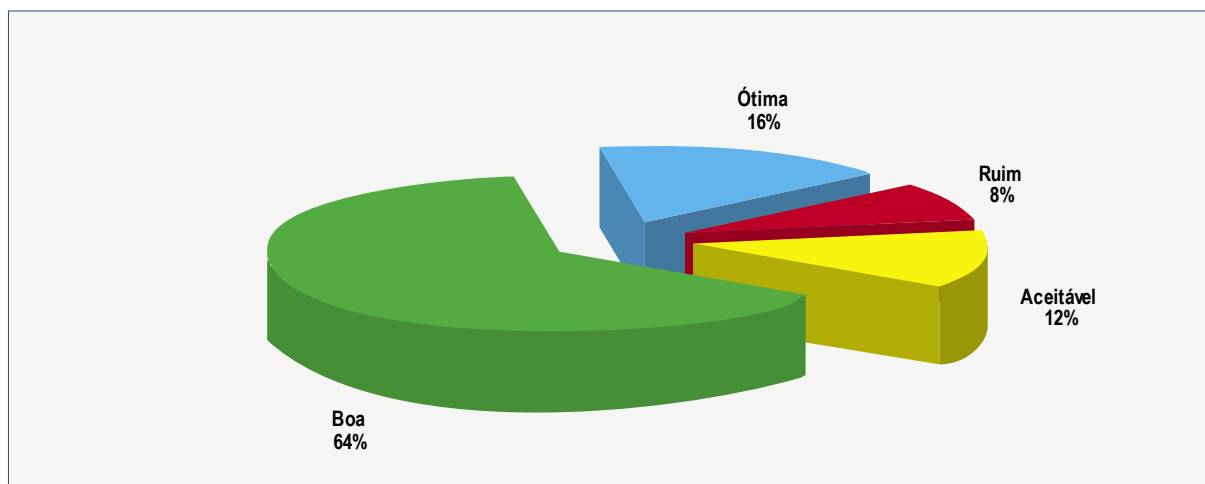
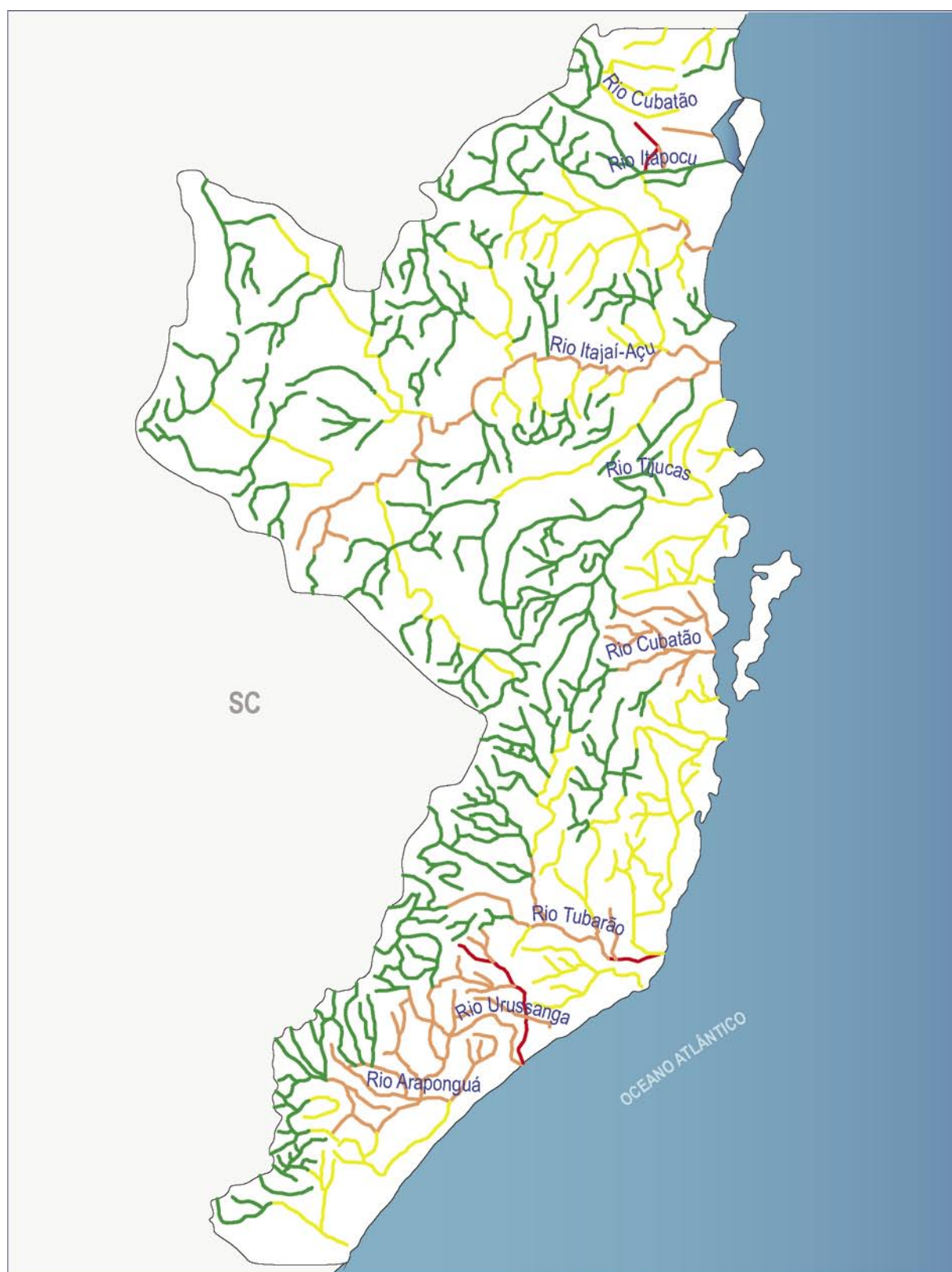


Figura 42 – Distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Atlântico Sul





**Figura 43 – Principais rios do Estado de Santa Catarina e sua classificação em relação à qualidade dos corpos d'água realizada no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos**

- Sem poluição aparente
- Pouco poluídos
- Poluídos
- Intensamente poluídos

Fonte: INSTITUTO Cepa/SC, 1999<sup>17</sup>



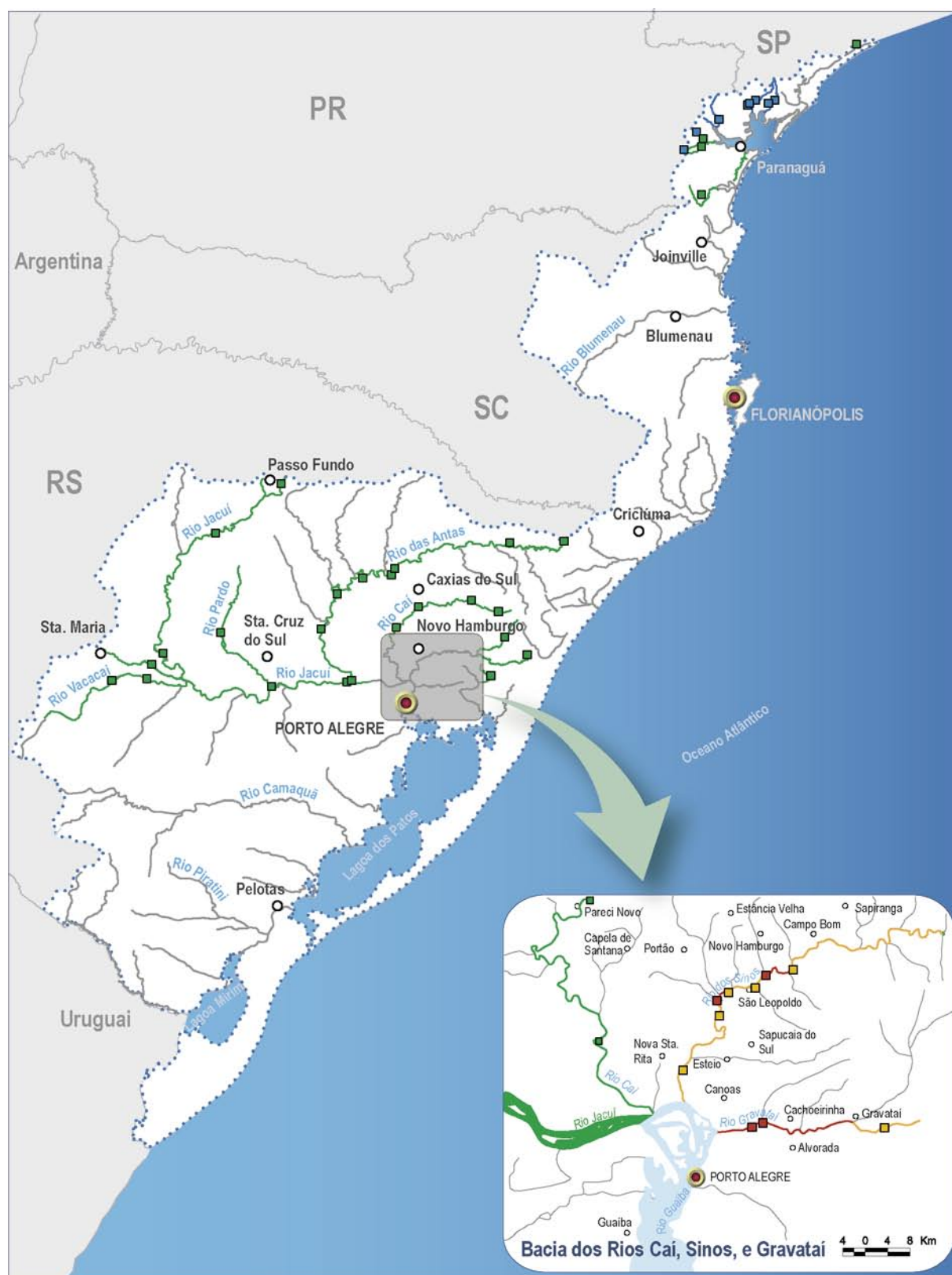
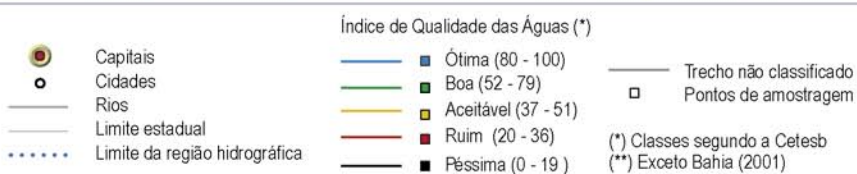


Figura 44 – Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica Atlântico Sul em 2002 \*\*

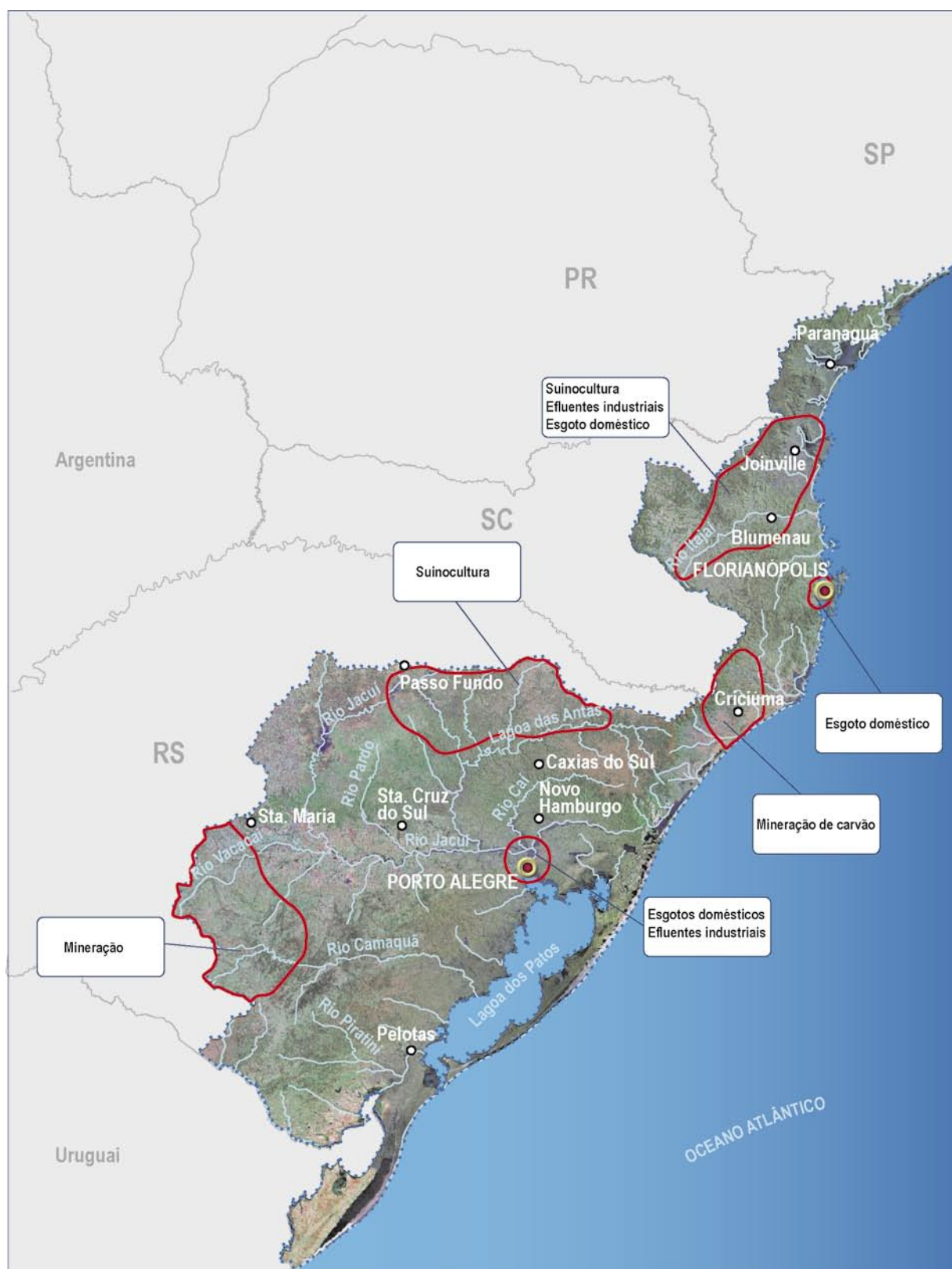


Fonte: Fepam (2004),<sup>72</sup> Suderhsa (2004)<sup>56</sup>



70 0 70 140 km





**Figura 45 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição – Região Hidrográfica Atlântico Sul**

- |  |          |  |         |  |      |  |  |  |                               |  |   |
|--|----------|--|---------|--|------|--|--|--|-------------------------------|--|---|
|  | Capitais |  | Cidades |  | Rios |  | Limite estadual  |  | Limite da região hidrográfica |  | Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição |
|  |          |  |         |  |      |  | Áreas com solo exposto, pastagens ou vegetação pouco densa |  | Áreas com cobertura vegetal   |  |   |





Haroldo Palo Jr.

Baía no Pantanal Mato-Grossense

#### 4.12. Região Hidrográfica do Paraguai

A Região Hidrográfica do Paraguai apresenta importância no contexto nacional pois inclui o Pantanal, uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, considerado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 e Reserva da Biosfera pela Unesco no ano de 2000.

O Pantanal funciona como um vasto reservatório que retém grande parte das águas que drenam do planalto e regula o fluxo de escoamento superficial direto do rio Paraguai. A baixa capacidade de drenagem dos rios e dos lagos que formam o Pantanal e o clima da região fazem com que aproximadamente 60% de todas as águas provenientes do planalto sejam perdidas por evaporação (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003)<sup>39</sup>.

Os rios da região têm capacidade para veicular as descargas médias, mas durante o período de cheias extensas áreas são inundadas, formando lagos temporários, que ocupam no total cerca de 100.000 km<sup>2</sup>. A partir de maio, o nível das águas começa a baixar lentamente, caracterizando a denominada vazante. Quando as pla-

nícies secam, uma fina camada de nutrientes cobre o solo, fertilizando o pasto que alimenta um rebanho bovino estimado em mais de 6 milhões de cabeças.

Os principais rios que descem dos planaltos em direção à planície são, do norte para o sul, Paraguai, Bento Gomes, Cuiabá, São Lourenço–Itiquira, Taquari, Negro, Aquidauana–Miranda, Nabileque e Apa.

Ao encontrar a planície, a superfície plana faz diminuir o fluxo de água no leito dos rios, e, na época de chuva, os rios transbordam dos seus leitos e inundam a planície. Em geral, a declividade dos rios no planalto é de 0,6 m/km, enquanto a declividade na planície é de 0,1 a 0,3 m/km. As depressões enchem-se de água, formando as “baías”; canais interligam vales de inundação, formando os “corixos”; e depressões mais rasas interligam as “baías” ou áreas inundáveis, formando as “vazantes”.

Em anos chuvosos, como aconteceu em 1984 e 1995, o rio Paraguai no Pantanal expande seu leito por inundação alcançando até 20 km de largura.

Os diversos estudos realizados nesta região hidrográfica identificaram 11 diferentes categorias de atividades como fontes de poluição das águas. São elas: indústria de alimentação, indústria de bebidas, indústria de couros e peles, indústria de extração e beneficiamento de minério, armazenamento de grãos e emprego de insumos agrícolas, indústria metalúrgica, indústria de beneficiamento e comércio de madeira, indústria química/farmacêutica e comercialização de derivados de petróleo, esgotos domésticos, turismo e lixões/aterros sanitários (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003)<sup>39</sup>.

### Esgotos domésticos

Com relação à poluição doméstica, a carga orgânica urbana remanescente é de 74 t DBO<sub>5,20</sub>/dia (1,1% do total do país) e concentra-se nas proximidades da Região Metropolitana de Cuiabá/Várzea Grande, sub-bacia do Alto Cuiabá (44,6% do total). Essa região já convive com problemas de abastecimento em decorrência da poluição dos rios causada pela falta de tratamento dos esgotos sanitários. Apesar de seu caráter rural, entretanto, o contingente populacional das grandes sedes urbanas da Região Hidrográfica do Paraguai sinaliza para o agravamento da poluição da água por carga orgânica nas proximidades de suas principais cidades (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003)<sup>39</sup>.

Nesse sentido, especialmente, é preocupante que apenas três cidades abriguem parte significativa da população total da Bacia: Cuiabá com 483 mil habitantes; Várzea Grande com 215 mil habitantes; e Ron-

donópolis com 150 mil habitantes. Esse fato espelha a desigualdade regional que empurra a população para os centros urbanos já densamente povoados, elevando a demanda por emprego e pressionando a demanda por serviços públicos de forma geral, com destaque para o saneamento básico (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003)<sup>39</sup>.

A despeito da fragilidade ambiental da região, o saneamento básico ainda é precário. Apenas 16,9% da população de Mato Grosso é atendida por coleta de esgotos. Em Mato Grosso do Sul, a situação é mais grave: somente 7,7% da população é atendida pela coleta de esgotos, índice bem inferior à média nacional (52,5%). Do esgoto coletado, pouco mais de 10% recebem tratamento, tanto em Mato Grosso como em Mato Grosso do Sul (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003)<sup>39</sup>.

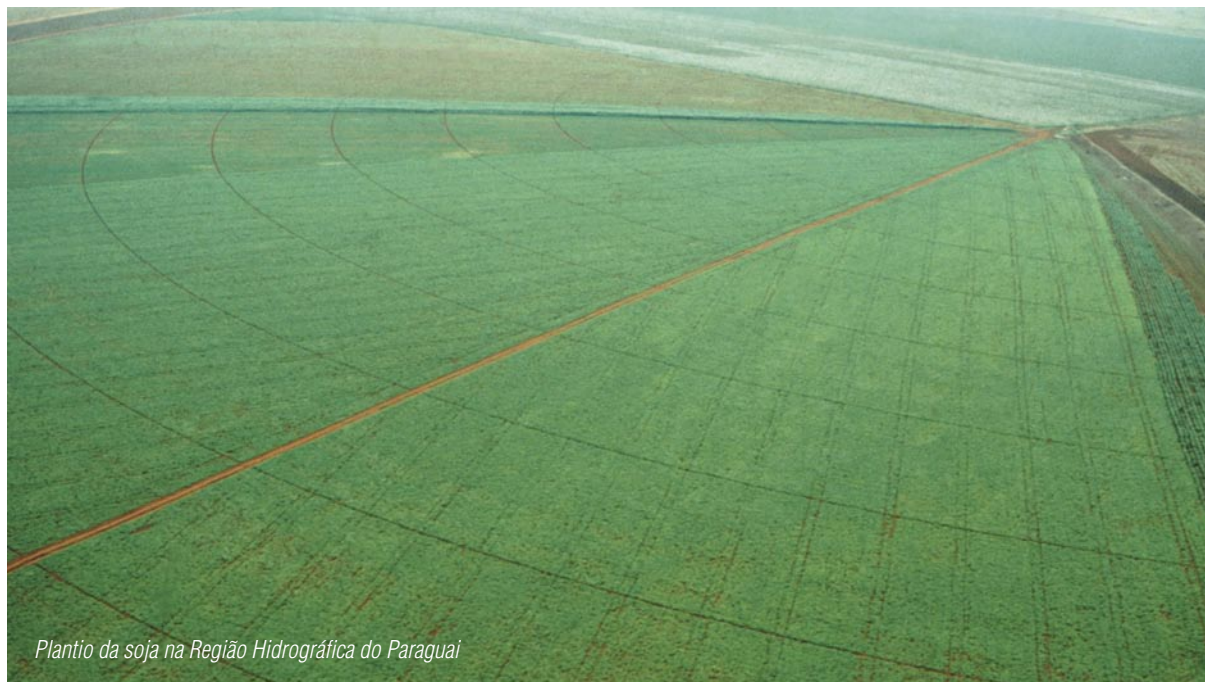
Outro fator que agrava a situação do saneamento ambiental é a expansão do turismo de maneira desordenada no Pantanal, observando-se tendência de piora nos recursos hídricos se não forem tomadas medidas de ordenamento dessa atividade.

Em relação aos resíduos sólidos, principalmente o lixo urbano, este é, na maioria das vezes, lançado nos rios. Também nesse contexto, o crescimento das cidades tende a agravar a poluição das águas, enquanto outro fator que se destaca é a ocupação desordenada e não licenciada de pousadas e “pesqueiros” ao longo dos rios, o que aumenta a contribuição de resíduos sólidos lançados diretamente nos cursos d’água.



Cidade de Corumbá-MS





Haroldo Palo Jr.

Plantio da soja na Região Hidrográfica do Paraguai

### Atividades agropecuárias

A poluição das águas na região hidrográfica resulta também do uso inadequado do solo nas áreas de cultivo de soja e criação extensiva do gado nas áreas do planalto. A pecuária implantada em solos arenosos tem provocado inúmeras voçorocas e, conseqüentemente, o transporte desse sedimento para o Pantanal, onde sua deposição diminui a profundidade e a capacidade de contenção de água dos rios, aumentando a área e o período de inundação. Nas áreas onde a agricultura foi implantada, os solos geralmente são mais resistentes à erosão, e as declividades são baixas. Porém, esses solos argilosos contribuem com uma carga expressiva de sedimentos finos que influencia na turbidez da água e no transporte de compostos químicos, incluindo pesticidas.

Na região do planalto, os rios apresentam um intenso transporte de sedimentos, e no Pantanal predominam os processos de deposição, como pode ser observado claramente no rio Taquari (Figura 46). Nos últimos trinta anos, os programas de desenvolvimento do cerrado, com o desmatamento indiscriminado para a implantação da pecuária e da agricultura, aumentaram os processos erosivos, que já eram naturalmente intensos por causa da fragilidade dos solos e das altas declividades (ANA /GEF/PNUMA/OEA, 2004)<sup>40</sup>.

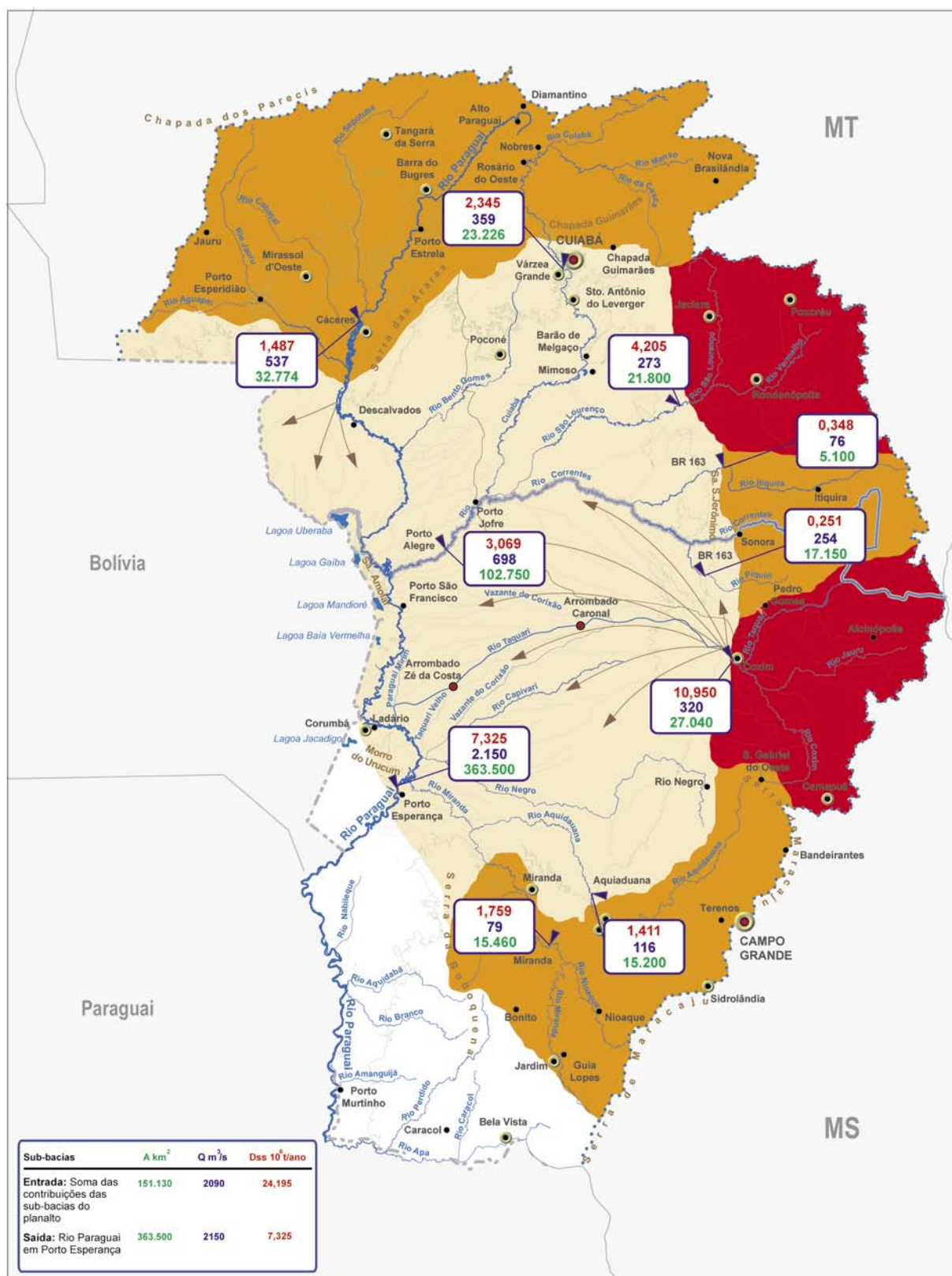
O aumento do desmatamento e a conseqüente erosão nessas áreas vêm causando o assoreamento dos rios no Pantanal. Esse processo vem alterando os cursos dos rios e aumentando o período de inundação, o que afetou a produtividade das áreas inundadas e o transporte fluvial, principalmente no rio Taquari.

A implantação da monocultura da soja e do milho propiciou o uso de insumos agrícolas, como fertilizantes e biocidas, cuja entrada no sistema ainda não foi quantificada. Foram encontrados mais de vinte biocidas utilizados no complexo da soja, na cabeceira do rio São Lourenço, em Mato Grosso. Estudos que identificam grandes grupos de princípios ativos (cloropirifos, ciclodienos e triazinas) no sedimento foram feitos nas bacias dos rios Taquari, Negro, Miranda e parte do São Lourenço. Todos os princípios ativos examinados estiveram presentes acima do nível de detecção específico para cada grupo (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003)<sup>39</sup>.

### Mineração

A mineração de ouro constitui outro problema para o norte do Pantanal, seja pela entrada de mercúrio no sistema, seja pelo aumento do material em suspensão. Na década de 1980, a retomada do ciclo de ouro nos municípios de Poconé e Livramento, na zona periférica do Pantanal, resultou na conta-





minação do rio Bento Gomes, um dos tributários do Paraguai, já no Pantanal. A ocorrência de mercúrio na cadeia trófica é observada em aves, peixes e organismos gastrópodes e bivalves.

### Poluição industrial

A atividade industrial predominante na bacia concentra-se em indústrias ligadas à agroindústria (beneficiamento de arroz e soja), laticínios e pecuária (frigoríficos) e está localizada principalmente na bacia do rio Cuiabá.

### Transporte fluvial

O transporte fluvial de carga no segmento brasileiro do rio Paraguai concentra-se predominantemente entre Corumbá e Porto Murtinho. Os tributários do Paraguai apresentam condições geralmente desfavo-

ráveis à navegação comercial por causa dos bancos de sedimentos e do traçado sinuoso. A navegação como é praticada presentemente, em particular no rio Paraguai, pode, em geral, ser prejudicial ao meio ambiente. Em meandros sinuosos, as embarcações de grande porte, quando vão manobrar, podem ir de encontro às margens, causando desbarrancamentos e destruição da mata ciliar. São raras as embarcações oficialmente licenciadas e que cumprem as normas de segurança e os cuidados ambientais. São necessárias ações para viabilizar essa navegação sem prejuízo ambiental.

### Monitoramento

Na Região Hidrográfica do Paraguai, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) refere-se aos anos de 2002 em Mato Grosso do Sul e 2003 em Mato Grosso.



Bonito-MS



Haroldo Palo Jr.



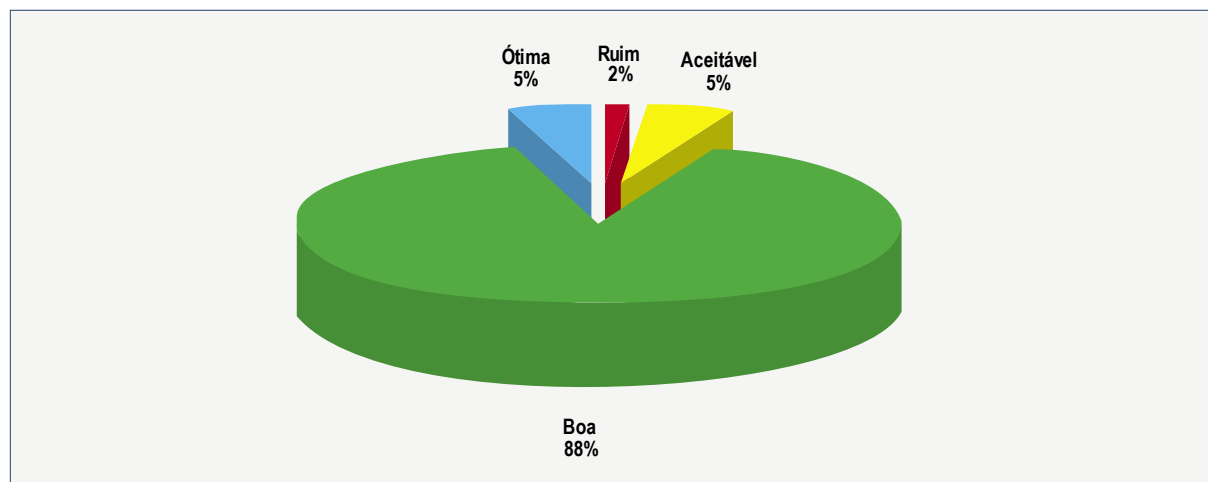
A Figura 47 apresenta a distribuição percentual do IQA na Região Hidrográfica do Paraguai.

O rio Cuiabá, apesar de receber os esgotos das cidades de Cuiabá e Várzea Grande, apresenta boa condição de IQA, indicando sua capacidade de autodepuração (Figura 48).

Em termos gerais, a maioria dos rios apresentou condição boa. Sazonalmente, os rios Paraguai e Taquari apresentam trechos mais críticos, pois neles

ocorre, nos períodos de cheias, um processo natural de deterioração da qualidade das águas por causa da acumulação de restos vegetais e sedimentos que criam alta demanda por oxigênio. Nesse período, as águas tendem a apresentar baixo teor de oxigênio dissolvido, gerando condições inadequadas para a preservação da vida aquática. Esse fenômeno é conhecido regionalmente como “dequada”.

A Figura 49 apresenta as principais fontes de poluição da Região Hidrográfica do Paraguai.



**Figura 47 – Distribuição percentual do Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Paraguai**



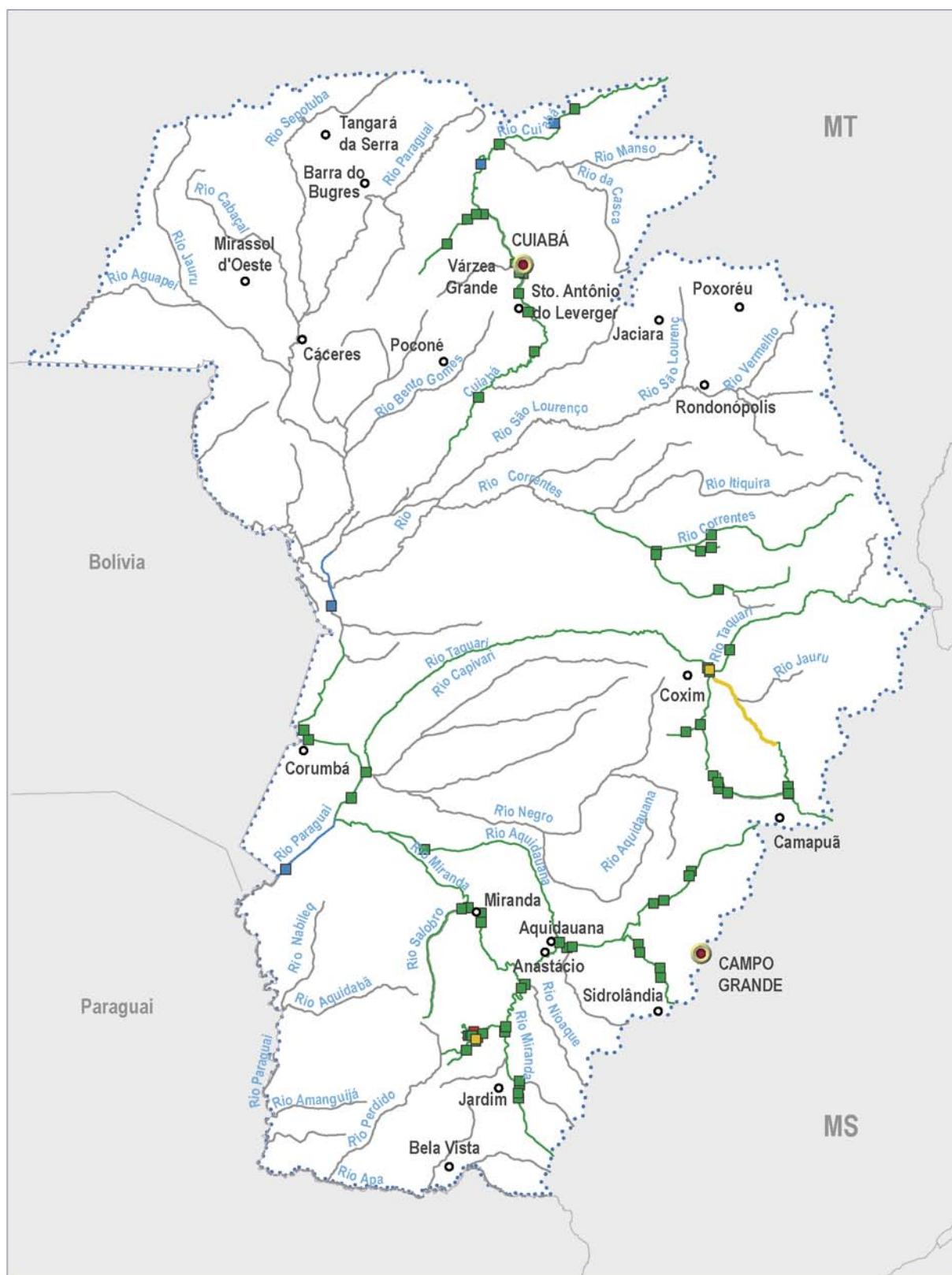


Figura 48 – Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Paraguai em 2002 \*\*



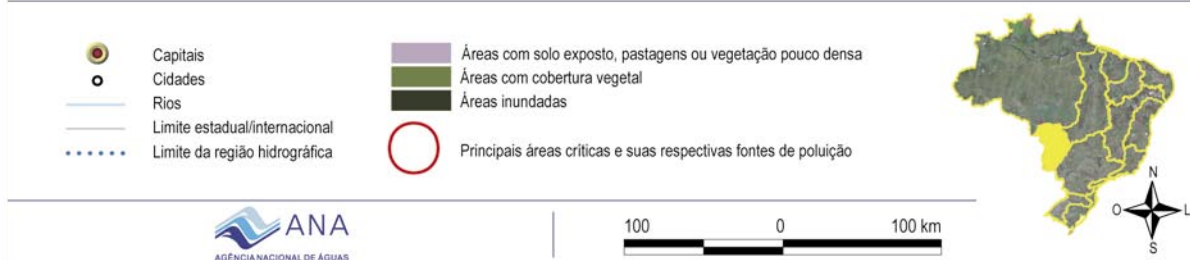
(\*) Classes segundo a Cetesb  
(\*\*) Exceto Bahia (2001)



Fonte: Fema (2004)<sup>52</sup>; Imap (2003)<sup>46</sup>



100 0 100 km









## 5. CONCLUSÃO

A informação sobre qualidade de água no país ainda é insuficiente ou inexistente em várias bacias. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, apenas nove unidades da Federação possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água considerados ótimos ou muito bons, cinco possuem sistemas bons ou regulares, e treze apresentam sistemas fracos ou incipientes.

Existe uma grande variedade de problemas relacionados à qualidade dos corpos d'água superficiais no país. Em termos gerais, as principais fontes que alteram a qualidade das águas do país podem ser resumidas nos seguintes itens:

**Esgotos domésticos:** principal problema observado em todas as regiões hidrográficas, sendo mais crítico nas regiões metropolitanas.

**Efluentes industriais:** engloba uma grande variedade de atividades, como indústrias siderúrgicas, metalúrgicas, papel e celulose, alimentícias, químicas, petroquímicas, têxteis, matadouros, curtumes, fábricas de fertilizantes, usinas de açúcar e álcool, entre outras.

**Efluentes da agricultura:** representados principalmente por fertilizantes e agrotóxicos que são carreados para os corpos d'água por meio da água das chuvas.

**Desmatamento e manejo inadequado do solo:** a ocupação desordenada de áreas para a produção de grãos e a pecuária tem gerado uma diminuição drástica da vegetação natural, causando a erosão dos solos e o conseqüente assoreamento dos rios.

**Mineração:** problema disseminado em boa parte do país, apresenta situações críticas em Santa Catarina (carvão na região de Criciúma), Minas Gerais (extração de ferro no Alto São Francisco) e garimpos (poluição por mercúrio na Amazônia e no Pantanal), gerando elevadas cargas inorgânicas provenientes da extração e do beneficiamento dos minérios.

**Resíduos sólidos:** a disposição inadequada de resíduos sólidos em lixões vem promovendo sérios problemas de poluição das águas superficiais e subterrâneas em todo o país.

**Efluentes da suinocultura:** problema localizado principalmente na região Sul, que apresenta a maior concentração de suínos do país e grave concentração de dejetos líquidos que causam intensa contaminação dos corpos d'água superficiais e subterrâneos.

**Poluição difusa em áreas urbanas:** ocorre principalmente nas regiões metropolitanas, sendo representada pelos poluentes que são carreados para os corpos d'água por meio da água das chuvas.

**Salinização:** localizado principalmente no Nordeste, o processo de salinização dos açudes é função do seu regime de operação e das altas taxas de evaporação que influenciam diretamente a concentração de sais dissolvidos.

**Acidentes ambientais:** derrames de produtos tóxicos durante as operações de transporte e distribuição (ex.: episódios na baía da Guanabara-RJ e rio Iguaçu-PR), rompimento de barragens de rejeitos (ex.: episódio de Cataguazes-MG), acidentes ferroviários, rodoviários ou em embarcações que transportam cargas tóxicas.

**Construção de barragens:** a criação de reservatórios para fins de geração de energia elétrica ou abastecimento público geralmente inunda áreas em que a vegetação não foi completamente retirada. A decomposição dessa biomassa vegetal altera a qualidade da água no corpo do reservatório e nos trechos a jusante da barragem, como ocorreu no Reservatório de Tucuruí, Pará. O lançamento de efluentes contendo fósforo (ex.: esgoto) nos reservatórios pode causar eutrofização e florações de algas, as quais podem ser tóxicas, o que compromete seu uso para abastecimento público. Outro efeito adverso das barragens ocorre quando estas

retêm os sedimentos em seus reservatórios, diminuindo o aporte de sedimentos para os trechos a jusante, afetando a produtividade dos estuários e permitindo a erosão no litoral. Esse evento ocorre com maior intensidade na bacia do São Francisco, podendo também ser observado na bacia do Paraíba do Sul.

**Aqüicultura:** o cultivo de peixes em tanques-rede e o cultivo de camarão em estuários, se praticados sem observação de critérios de sustentabilidade ambiental, podem causar a poluição dos recursos hídricos.

Além dos impactos decorrentes da ação antrópica, também ocorrem fenômenos naturais que causam a piora da qualidade da água, como acontece na Região Hidrográfica do Paraguai, por causa da decomposição da biomassa vegetal que fica submersa durante os períodos de cheia.

Em função das considerações apresentadas neste estudo, pode-se concluir que a principal pressão dos corpos d'água superficiais do país são os lançamentos domésticos *in natura*, já que apenas 47% dos municípios têm rede coletora de esgoto e somente 18% dos esgotos recebem algum tratamento.

Como os lançamentos domésticos são ricos em matéria orgânica biodegradável, micronutrientes, microorganismos e sólidos em suspensão, o estado dos rios e dos reservatórios pode ficar comprometido pela eutrofização, pela contaminação bacteriológica e por baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

A mineração, os efluentes industriais, as cargas de natureza difusa decorrentes da drenagem de solos urbanos e agrícolas e os resíduos sólidos são problemas que também têm escala nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões hidrográficas.

Outros problemas apresentam grande relevância em áreas mais restritas, como os efluentes da suinocultura na região Sul e a salinização dos açudes na região Nordeste.

Entre os principais parâmetros de qualidade da água em desconformidade com os padrões estabelecidos pela legislação, destacam-se aqueles relacionados ao lançamento de esgotos e à poluição difusa.

No entanto, conforme apresentado anteriormente, a maioria dos pontos monitorados apresenta resultados satisfatórios do Índice de Qualidade das Águas (IQA), com exceção das áreas já apontadas que apresentam altas densidades demográficas e baixas vazões.

Apesar de sua importância como principal indicador de qualidade de água no país, qualquer análise dos dados do IQA deve sempre considerar suas limitações, pois no seu cálculo são utilizados apenas nove parâmetros, que em sua maioria são indicadores de contaminação de esgotos domésticos.

Mesmo assim, se utilizarmos o caso do Estado de São Paulo como exemplo, onde a qualidade da água é avaliada de maneira mais detalhada, pode-se verificar que, apesar de ser uma das áreas mais desenvolvidas, povoadas e industrializadas do país, os resultados são relativamente satisfatórios em relação ao IQA.

Em termos gerais, o monitoramento e a gestão da qualidade da água no país apresentam uma grande diversidade regional. Ações como o Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA II), do Ministério do Meio Ambiente, têm colaborado para o aprimoramento dos sistemas de monitoramento dos estados e devem ter continuidade. Em sua fase II, atualmente em negociação, estados das regiões Norte e Nordeste receberão apoio para implementar suas redes de monitoramento.

Atividades desse tipo, visando à implementação e à ampliação das redes de monitoramento da qualidade da água nos estados, devem ser ampliadas, principalmente nos mananciais de abastecimento público.

O monitoramento integrado dos aspectos de quantidade e qualidade da água, o enquadramento dos corpos d'água, o uso de novos índices de qualidade, o biomonitoramento e a aplicação de modelos de qualidade da água também são temas que devem ser incentivados.

Além disso, existe a necessidade de articulação da rede federal e das redes estaduais de monitoramento e uma melhoria no acesso e na divulgação dos dados.

Com relação a este último item, a estruturação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, representará um avanço significativo na disponibilização, na visualização e na transparência da informação sobre qualidade de água no país, o que permitirá a integração dos dados estaduais e da ANA em uma base única com acesso total da população via Internet. Esse sistema servirá como importante subsídio para a elaboração, futuramente, de um Relatório Nacional da Qualidade das Águas que permita uma visão integrada dos problemas de qualidade de água no país.

É importante ressaltar também que, apesar dos problemas ainda existentes no país em relação à qualidade das águas, não se pode desprezar os avanços alcançados na reversão do quadro que existia décadas atrás. Pode-se fazer referência, como exemplo, ao controle da poluição industrial iniciado na década de 1970 no Estado de São Paulo e que obteve grande êxito, com destaque para o setor sucro alcooleiro, resultando na redução da frequência de mortandades de peixes que se observava em rios paulistas.

Outro setor que tem experimentado avanços, apesar do grande déficit ainda existente, é o de tratamento dos esgotos urbanos, que em muitos casos vem revertendo o quadro de degradação crescente da qualidade da água.

No entanto, para que os ganhos auferidos sejam sustentáveis e sempre crescentes, inúmeros requisitos são requeridos, entre outros:

- aprimoramento das redes de monitoramento, fiscalização e laboratórios acreditados de qualidade da água, incluindo a necessidade de articulação entre a esfera federal e as estaduais e melhoria no acesso e na divulgação dos dados;
- integração dos procedimentos de licenciamento e outorga no nível federal e com os estados;
- capacitação técnica e institucional dos órgãos gestores da água e ambientais;
- implementação dos instrumentos técnicos e institucionais do Sistema Nacional de Recursos Hídricos e incremento da participação social (ex.: enquadramento dos corpos d'água);
- valorização de mecanismos financeiros que viabilizem o tratamento eficaz dos esgotos domésticos, como, por exemplo, o Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES), que subsidia em até 50% a construção de estação de tratamento de esgotos por meio da "compra do esgoto tratado".

Ajude a aprimorar este trabalho com suas contribuições, enviando sugestões e informações para [spr@ana.gov.br](mailto:spr@ana.gov.br). Os recursos hídricos agradecem.







## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACSELRAD, H.; SILVA, M. G. Conflito social e mudança ambiental na barragem de Tucuruí. In: ACSELRAD, H. (Org.). **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.
2. AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS. **Rede de monitoramento de qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.agencia-ambiental.go.gov.br/monitoramento/index.php>>. Acesso em: 23 de novembro de 2004.
3. AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco 2003**. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br>>. Acesso em: 14 de outubro de 2004.
4. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **As questões hídricas e ambientais da bacia do rio Doce**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/cbhriodoce/bacia/caracterizacao.asp#questaohidrica>>. Acesso em: 24 de setembro de 2004.
5. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Bacias brasileiras do rio da Prata: avaliações e propostas**. Brasília: ANA, 2001. 102 p.
6. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **A suinocultura intensiva e a qualidade das águas: relatório inicial**. Brasília: ANA, 2002. 42 p.
7. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Diagnóstico da situação do monitoramento da qualidade da água da bacia do Prata em território brasileiro**. Brasília: Aneel, 2001. 88 p.
8. AMAPÁ (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Índice de qualidade das águas nas bacias em 2002**. Disponível em: <<http://www.sema.ap.gov.br/qualidaderios/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2004.
9. AQUINO, L. C. S. **Diagnóstico expedito das condições ambientais das nascentes do rio Xingu e de seus principais formadores: relatório executivo da campanha de campo realizada pela Funai/Ambi/ANA de 12 de junho a 20 de julho de 2003**.
10. BAHIA (Estado). SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Centro de Recursos Ambientais. **Avaliação da qualidade das águas 2001: relatório técnico: avaliação ambiental**. Salvador: CRA, 2002. 158 p.
11. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986**. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>.
12. BRASIL. Ministério do Interior. Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins (Brasília-DF). **Diagnóstico da bacia do rio Araguaia-Tocantins**. Brasília: Prodiat, 1982. 4 v.
13. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: MMA/FGV, 1998.
14. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional do Meio Ambiente II: relatório de atividades 2000-2004**. Brasília: MMA, 2002. 70 p.
15. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.
16. BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano diretor de recursos hídricos para os Vales do Jequitinhonha e Pardo**. Brasília: SRH/Geotécnica, 1996.
17. BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Canindé e Piauí**. Brasília: SRH, 1999.
18. BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. **Situação institucional para a gestão dos recursos hídricos na Amazônia Legal: subsídios para as ações da SRH**. Brasília: SRH, 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/estudos/doc/amazonia.pdf>>. Acesso em: 23 de setembro de 2004.
19. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para a Redução dos Índices de Desmatamento da Amazônia Legal. **Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal**. Brasília: Casa Civil, 2004.
20. BRAZ, V. N. Poluição dos recursos hídricos da Amazônia: aspectos urbanos. In: Seminário Internacional Problemática do Uso Local e Global da Água na Amazônia. **Documentos básicos**. Belém: Naea, 2003.



21. CAMPAGNOLI, F.; GALVÃO, W. S.; AZEVEDO Jr, F. N.; SOUZA, A. L.; VIDAL, L. R. Mapa de produção de sedimentos do Brasil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 4, 2004. **Anais...** Ouro Preto: CES-ABRH, 2004.
22. CARVALHO, N.; BRAGA, A. Regime hidrometeorológico e sedimentológico do rio Araguaia. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, 3., 2004, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRH, 2004.
23. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Monitoramento indicativo do nível de salinidade dos principais açudes do Estado do Ceará.** Fortaleza: Cogeh, 2001. 13 p.
24. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Plano de gerenciamento das águas da bacia do rio Jaguaribe.** Fortaleza: Cogeh, 2002a. v. 4. 253 p.
25. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Plano de gerenciamento das águas das bacias metropolitanas:** relatório de fase I: diagnóstico e estudos básicos. Fortaleza: Cogeh, 2002b. Tomo II. 244 p.
26. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Gestão das águas no Ceará.** Disponível em: <<http://www.cogerh.com.br/versao3/public-gestao.asp>>. Acesso em: 2005.
27. COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Qualidade da água.** Disponível em: <<http://www.caesb.df.gov.br/quali.asp>>. Acesso em: 1º de outubro de 2004.
28. CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP. Macroplano de gestão e saneamento da bacia da baía de Sepetiba. **Relatório R-8, Estudos de Base.** Rio de Janeiro: Sema/PNMA. 1998.
29. CONSULTORIA TÉCNICA LTDA. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia do rio Mundaú.** Recife: Cotec, 1998.
30. CONSULTORIA TÉCNICA LTDA. **Plano diretor de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Paraíba, Sumaúma e Remédios.** Recife: Cotec, 2000.
31. COOPERATIVA DE SERVIÇOS, PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS. **Planos de Bacia: UGRHI 1 – Serra da Mantiqueira e UGRHI 2 – Paraíba do Sul.** São Paulo: CPTI, 2001.
32. ENGEL, E. Conflitos de uso das águas de Furnas. In: FREITAS, M. A. V. (Org.). **O estado das águas no Brasil:** 2001-2002. Brasília: ANA, 2003. p. 107-109.
33. EYSINK, G. G. J.; COSTA, M. P.; ARAÚJO, R. P. Melhorias da qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguaçu (SP) com relação à contaminação por metais pesados. In: Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação, 5, Vitória, ES, 2000. **Anais...** v. 1., p. 233-242.
34. FENZL & MATHIS. Poluição dos recursos hídricos naturais da Amazônia: fontes, riscos e conseqüências. In: Seminário Internacional Problemática do Uso Local e Global da Água na Amazônia. **Documentos básicos.** Belém: Naea, 2003.
35. FERREIRA, L. M.; FREITAS, E. G.; SILVA, M. C. A bacia hidrográfica do rio Dourados: diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, 1, Brasília, DF, 2000. **Resumos.** Brasília: ABRH, 2000.
36. GALINKIN, M. (Ed.). **Estado ambiental de Goiás 2002.** Goiânia, 2002. Disponível em: <<http://www.agenciaambiental.go.gov.br/geogoias/>>. Acesso em: 23 de setembro de 2004.
37. GERÊNCIA DE ESTADO DE QUALIDADE DE VIDA DO ESTADO DO MARANHÃO. **Caracterização das águas do rio Balsas:** relatório final. São Luís: Gerência de Estado de Qualidade de Vida, 1999.
38. HIDROLOGIA e geoquímica da bacia Amazônica. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/hibam/>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2004.
39. IMPLEMENTAÇÃO de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e bacia do Alto Paraguai: ANA/GEF/PNUMA/OEA: diagnóstico analítico do Pantanal e bacia do Alto Paraguai. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003.
40. IMPLEMENTAÇÃO de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e bacia do Alto Paraguai: ANA/GEF/PNUMA/OEA: programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do Pantanal e da bacia do Alto Paraguai: relatório final. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004. 315 p.
41. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: IBGE, 2002a. 195 p.



42. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002b. CD-ROM.
43. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Zoneamento geoambiental do Estado do Maranhão**: diretrizes gerais para a ordenação territorial. Salvador: Ministério do Planejamento, Orçamento e Coordenação. 1997. 44 p.
44. INSTITUTO DE ESTUDOS E PLANEJAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL. **Plano regional de desenvolvimento sustentável da Grande Dourados**. Campo Grande: Iplan, 2001. 73 p.
45. INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE ALAGOAS. **Apoio à proteção ambiental em Alagoas**: uma experiência de cooperação técnica: complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba. Maceió: Seplan/IMA/GTZ, 2000. 172 p.
46. INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE PANTANAL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Relatório de qualidade das águas superficiais da bacia do Alto Paraguai 2002**. Campo Grande: Imap, 2003. 91 p.
47. INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Avaliação do projeto de microbacias**: monitoramento da qualidade da água: relatório de avaliação final. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 1999. 97 p.
48. JARDIM, W. F.; FADINI, P. S. A origem do mercúrio nas águas do rio Negro. **Ciência Hoje**, v. 30, n. 177, p. 62-64, nov. 2001. Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/cienciahoje/chmais/pass/ch177/primeira.pdf>>. Acesso: em 23 de setembro de 2004.
49. LATRUBESSE, E. M. Estudos morfossedimentares e aspectos ambientais da bacia fluvial do rio Araguaia: estado atual do conhecimento e perspectivas do sistema para anos futuros. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, 3, Goiânia. **Anais...** CD-ROM.
50. LIMA, J. E. F. W. *et al.* **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia Araguaia-Tocantins**. Planaltina: Embrapa Cerrados/ANEEL/ANA, 2004. CD-ROM.
51. LIMA, J. E. F. W. *et al.* **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia do rio São Francisco**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados; Brasília: ANA/ANEEL, 2001. 108 p.
52. MATO GROSSO (Estado). Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Dados de qualidade da água**: bacia do rio Cuiabá. Cuiabá: Fema, 2004. Comunicação pessoal.
53. MINAS GERAIS (Estado). Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Projeto Águas de Minas**: qualidade das águas superficiais em 2002. Belo Horizonte: Igam, 2003. 230 p.
54. OLIVEIRA, H.; URCHER, M. A.; FIETZ, C. F. **Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 52 p.
55. PARANÁ (Estado). Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Plano de despoluição hídrica da bacia do Alto Iguaçu**: relatório final. Curitiba: Suderhsa, 2000.
56. PARANÁ (Estado). Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Rede de monitoramento da qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/pdf/mp17.pdf>>. Acesso em: 16 de novembro de 2004.
57. PERNAMBUCO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia do Pajeú e grupos de bacias interiores GI-3, em Pernambuco: diagnóstico, estudo e inventário dos recursos hídricos**. Recife: SRH/Ilica/Fahma Planejamento e Engenharia Agrícola Ltda., 1998a. v. 2.
58. PERNAMBUCO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano diretor de recursos hídricos das bacias dos rios Brígida, Terra Nova e grupos de bacias interiores GI-4, GI-5 e GI-9, em Pernambuco: diagnóstico estudo e inventário dos recursos hídricos**. Recife: SRH/Ilica/Fahma Planejamento e Engenharia Agrícola Ltda., 1998b. v. 2.
59. PERNAMBUCO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano diretor de recursos hídricos das bacias dos rios Pontal e Garças e grupos de bacias interiores GI-6, GI-7 e GI-8, em Pernambuco: diagnóstico estudo e inventário dos recursos hídricos**. Recife: SRH/Ilica/Fahma Planejamento e Engenharia Agrícola Ltda., 1998c. v. 2.
60. PLANO diretor de recursos hídricos da bacia do rio Moxotó, nos Estados de Alagoas e Pernambuco: diagnóstico da situação atual e análise ambiental. Maceió: SRH/Ilica/Cohidro Consultoria Estudos e Projetos, 1998.

61. PLANO de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do rio São Francisco: ANA/GEF/PNUMA/OEA: subprojeto 3.3.B: Plano de gerenciamento integrado da bacia do rio Salitre: resumo executivo do relatório final. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004. 86 p.
62. PINHEIRO, M. C. N. *et al.* Avaliação da contaminação mercurial mediante análise do teor de Hg total em amostras de cabelo em comunidades ribeirinhas do Tapajós, Pará, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 2, n. 33, p. 181-184, mar./abr. 2000. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvstox/p/fulltext/teor/teor.pdf>>. Acesso em: 23 de setembro de 2004.
63. PORTO, M. F. A. **Sistemas de gestão da qualidade das águas**: uma proposta para o caso brasileiro. Tese de Livre – Docência – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2002.
64. PROJETO Geo-Manaus. Brasília: PNUMA/MMA/Con-sórcio 21, 2002.
65. PROJETO de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco ANA/GEF/PNUMA/OEA: subprojeto 4.5: Plano decenal de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco: PBHSF (2004-2013): resumo executivo. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA, maio 2004. 1 CD-ROM.
66. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Projeto Planágua-Semads/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. **Ambiente das águas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Semads/RJ, 2001. 230 p. v. 10. Disponível em: <[http://www.uff.br/cienciaambiental/Hidro/10-Ambiente\\_das\\_aguas.pdf](http://www.uff.br/cienciaambiental/Hidro/10-Ambiente_das_aguas.pdf)>. Acesso em: 2004.
67. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente. **Bacia da baía da Guanabara**: programas e projetos: qualidade das águas. Rio de Janeiro: Feema, 2000a. Disponível em: <[http://www.feema.rj.gov.br/bacia\\_baia\\_guanabara.htm](http://www.feema.rj.gov.br/bacia_baia_guanabara.htm)>. Acesso em: 1º de outubro de 2004.
68. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente. **Bacia da baía de Sepetiba**: programas e projetos: qualidade das águas. Rio de Janeiro: Feema, 2000b. Disponível em: <[http://www.feema.rj.gov.br/bacia\\_baia\\_sepetiba.htm](http://www.feema.rj.gov.br/bacia_baia_sepetiba.htm)>. Acesso em: 1º de outubro de 2004.
69. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente. **Bacia do rio Guandu**: programas e projetos: qualidade das águas. Rio de Janeiro: Feema, 2001. Disponível em: <[http://www.feema.rj.gov.br/bacia\\_guandu.htm](http://www.feema.rj.gov.br/bacia_guandu.htm)>. Acesso em: 1º de outubro de 2004.
70. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente. **Monitoramento do fitoplâncton nos rios Paraíba do Sul e Guandu**: período: novembro de 2001 a junho de 2002. Rio de Janeiro: Feema, 2002.
71. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente. **Qualidade das águas**. Disponível em: <[http://www.feema.rj.gov.br/qualidade\\_das\\_aguas.htm](http://www.feema.rj.gov.br/qualidade_das_aguas.htm)>. Acesso em: 1º de outubro de 2004. Rio de Janeiro: Feema, 2004.
72. RIO GRANDE DO SUL (Estado). Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Qualidade ambiental: região hidrográfica do Guaíba**. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor\\_agua.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor_agua.asp)>. Acesso em: 1º de outubro de 2004. Porto Alegre: Fepam, 2004.
73. RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Programa para o desenvolvimento socioambiental da Região Hidrográfica do Guaíba – Pró-Guaíba**. Disponível em: <http://www.proguaiba.rs.gov.br/>. Acesso em: 27 de abril de 2005.
74. SANTA CATARINA (Estado). Fundação do Meio Ambiente. **Programa de proteção e recuperação ambiental**. Florianópolis: FATMA, 2004. Disponível em: <[http://www.fatma.sc.gov.br/projetos/programas\\_protecao\\_recuperacao.htm](http://www.fatma.sc.gov.br/projetos/programas_protecao_recuperacao.htm)>. Acesso em: 3 de novembro de 2004.
75. SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002**. São Paulo: Cetesb, 2003 (Série Relatórios).
76. SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003**. São Paulo: Cetesb, 2004 (Série Relatórios).

77. SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Sistema estuarino de Santos e São Vicente**. São Paulo: Cetesb, 2001.
78. SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo**. São Paulo: CRH/CORHI, 2000. 128 p.
79. SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo 2003**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2004. 18 p.
80. SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Plano estadual de recursos hídricos – PERH-PE**: documento síntese. Recife: Sectma/PE, 1998. v. 8.
81. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO. **Rede de monitoramento da qualidade da água**. Vitória: Seama/ES. Disponível em: <<http://www.seama.es.gov.br/scripts/sea1004.asp>>. Acesso em: 8 de novembro de 2004.
82. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS DO ESTADO DO MARANHÃO. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia do Alto Itapecuru**: 1ª etapa do diagnóstico. São Luís: Sema/MA, 1998.
83. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DA BAHIA. **Plano estadual de recursos hídricos do Estado da Bahia**: documento síntese. Salvador: Semarh/BA; Consórcio Magna Engenharia e BRL Ingeniería, 2004.
84. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE. **Plano estadual de recursos hídricos**: relatório de diagnóstico dos dados e informações disponíveis. Natal: SRH/RN/Hidroservice Engenharia Ltda., 2001a.
85. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE. **Projeto de monitoramento dos recursos hídricos**: relatório final. Natal: SRH/RN; Ecoplan Engenharia, 2001b.
86. SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Jacu e Curimataú**: diagnóstico. Campina Grande: Semarh/PB, 1999. t. 3, v. 3.
87. SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Plano estadual de recursos hídricos do Estado da Paraíba**: atividades da primeira etapa. João Pessoa: Semarh/PB, 2004.
88. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo, sistema de informações geográficas – SIG e 46 folhas na escala 1:1.000.000**. Brasília: CPRM, 2004. 41 CD-ROMs.
89. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Perspectivas do meio ambiente do Brasil**: uso do subsolo. Brasília: CPRM, 2002.
90. SUPERINTENDÊNCIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA PARAÍBA. **Monitoramento da qualidade da água**. Disponível em: <[http://www.sudema.pb.gov.br/servicos\\_monitoramento.shtml](http://www.sudema.pb.gov.br/servicos_monitoramento.shtml)>. Acesso em: 2 de fevereiro de 2005.
91. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. **Plano de recursos hídricos para a fase inicial da cobrança na bacia do Rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2002. Disponível em: <<http://www.hidro.ufrj.br/pgrh>>. Acesso em: 23 de setembro de 2004.
92. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. Programa de Investimentos de Minas Gerais – Modelagem de Qualidade da Água. **Projeto preparatório para o gerenciamento dos recursos hídricos do Paraíba do Sul**: Rel. nº PPG-RE-13. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 1999. 331 p. Disponível em: <<http://www.hidro.ufrj.br/ppg/layout.html>>. Acesso em: 23 de setembro de 2004.
93. TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156 p.
94. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243 p.
95. WALKER, B. Ecologia e biologia dos igapós e igarapés. **Ciência Hoje**, v. 11, n. 64, p. 46-53, 1990.





## ANEXOS:

### ANEXO I: Significado ambiental dos parâmetros do IQA

A seguir é apresentado o significado ambiental dos parâmetros do IQA, segundo Cetesb (2003)<sup>75</sup>.

#### Oxigênio dissolvido

Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção da vida em sistemas aquáticos. Por meio da medição da concentração de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica podem ser avaliados.

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade. A taxa de reaeração superficial em uma cascata é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, onde a velocidade normalmente é bastante baixa.

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Esse fenômeno ocorre em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou seja, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas. Essa fonte não é muito significativa nos trechos iniciais de rios a jusante de fontes de lançamento de esgotos.

A turbidez elevada dificulta a penetração dos raios solares, e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após se terem desenvolvido também os protozoários, que, além de decompositores, consomem bactérias que clarificam as águas e permitem a penetração de luz.

Esse efeito pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob esse aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (por causa do seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20 °C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isso ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade, onde se formam crostas verdes de algas na superfície.

#### Coliformes fecais

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo.

As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5 °C e são capazes de fermentar o açúcar. O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme “total”, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desenteria bacilar e cólera.

### Potencial Hidrogeniônico (pH)

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente em razão de seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante, podendo determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Dessa forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal (Resolução nº 20 do Conama, de junho de 1986), como pela legislação do Estado de São Paulo (Decreto nº 8.468/76). Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

### Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável. A DBO<sub>5,20</sub> é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante cinco dias, em uma temperatura de incubação de 20 °C.

Pelo fato de a DBO<sub>5,20</sub> somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana.

Os maiores aumentos em termos de DBO<sub>5,20</sub> num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e de outras formas de vida aquática.

### Temperatura

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canaveiras, por exemplo) e usinas termoeletricas.

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30 °C, a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo.

### Nitrogênio total

São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico por causa da presença de proteínas e nitrogênio amoniacal em razão da hidrólise sofrida pela uréia na água. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, de conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes.

A atmosfera é outra fonte importante graças a diversos mecanismos: fixação biológica desempenhada por bactérias e algas que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz e concorre para a presença de amônia e nitrato nas águas; a lavagem da atmosfera poluída pelas águas pluviais concorre para a presença de partículas contendo nitrogênio orgânico bem como para a dissolução de amônia e nitrato.

Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública constituem fonte difusa de difícil caracterização. Como visto, o nitrogênio pode ser



encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras chamam-se formas reduzidas, e as duas últimas, formas oxidadas.

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos. São tidos como macronutrientes, pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando descarregados nas águas naturais conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização.

Quando as descargas de nutrientes são muito fortes, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular. Essas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízo ao uso que se possa fazer dessas águas, afetando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição. O controle da eutrofização pela redução do aporte de nitrogênio é comprometido pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas, como a fixação do nitrogênio atmosférico por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo.

Os nitratos são tóxicos, causando uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (o nitrato reduz-se a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul).

### **Fósforo total**

O fósforo aparece em águas naturais por causa, principalmente, das descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades

excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. Os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos. No entanto, essa terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais.

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes por ser exigido também em grandes quantidades pelas células.

Por ser nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais.

### **Turbidez**

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e essa redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), em razão da presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc.

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e exige manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo, em que se impede a fixação da vegetação. Esse exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou

transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico desse fato ocorre em consequência das atividades de mineração, em que os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

### Resíduo total

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura preestabelecida durante um tempo fixado.

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição além de conferir sabor às águas.

## ANEXO II: Valores do Índice de Qualidade das Águas

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Amazônica	Rio Preto	Igarapé do Breu	AP	56	2002	0 ° 06' 53" S	51 ° 38' 33" W
Amazônica	Rio Cajari	Rio Muariacá	AP	60	2002	0 ° 51' 44" S	51 ° 57' 45" W
Amazônica	Rio Maracá	Igarapé do Lago	AP	65	2002	0 ° 16' 23" S	51 ° 37' 46" W
Amazônica	Rio Jari	Rio Jari	AP	66	2002	0 ° 56' 18" S	52 ° 12' 27" W
Amazônica	Rio Vila Nova	Rio Vila Nova	AP	66	2002	0 ° 04' 50" N	51 ° 19' 43" W
Amazônica	Rio Cajari	Rio Cajari	AP	67	2002	0 ° 36' 19" S	52 ° 02' 55" W
Amazônica	Rio Jari	rio Arapiranga	AP	67	2002	0 ° 49' 18" S	52 ° 27' 18" W
Amazônica	Rio Ajuruxi	Rio Ajuruxi	AP	68	2002	0 ° 32' 09" S	51 ° 32' 29" W
Amazônica	Rio Preto	Rio Preto	AP	68	2002	0 ° 18' 44" S	51 ° 22' 12" W
Amazônica	Rio Jari	Rio Jari	AP	68	2002	0 ° 51' 17" S	52 ° 30' 57" W
Amazônica	Rio Ariramba	Rio Ariramba	AP	69	2002	0 ° 32' 09" S	51 ° 36' 32" W
Amazônica	Rio Preto	Rio Preto	AP	69	2002	0 ° 06' 04" S	51 ° 22' 12" W
Amazônica	Rio Jari	Rio Iratapuru	AP	70	2002	0 ° 33' 59" S	52 ° 34' 41" W
Amazônica	Rio Maracá	Rio Maracá	AP	71	2002	0 ° 15' 32" S	51 ° 35' 59" W
Amazônica	Rio Cajari	Rio Boca do Braço	AP	72	2002	0 ° 36' 32" S	52 ° 03' 31" W
Amazônica	Rio Vila Nova	Furo do Mazagão	AP	72	2002	0 ° 06' 47" N	51 ° 16' 55" W
Amazônica	Rio Vila Nova	Rio Vila Nova	AP	73	2002	0 ° 09' 52" N	51 ° 34' 34" W
Amazônica	Rio Jari	Rio Jari	AP	75	2002	1 ° 07' 25" S	51 ° 59' 38" W
Amazônica	Rio Maracá	Rio Maracá	AP	76	2002	0 ° 26' 44" S	51 ° 27' 29" W
Amazônica	Rio Cajari	Rio Cajari	AP	76	2002	0 ° 48' 24" S	51 ° 43' 10" W
Amazônica	Rio Jari	Rio Jari	AP	77	2002	0 ° 55' 08" S	52 ° 24' 24" W
Amazônica	Rio Jari	Rio Jari	AP	77	2002	0 ° 49' 25" S	52 ° 31' 26" W
Amazônica	Rio Jari	Rio Jari	AP	78	2002	0 ° 31' 15" S	52 ° 40' 59" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Bandeira	BA	15	2001	12 ° 42' 44" S	38 ° 20' 17" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Piaçabeira	BA	19	2001	12 ° 42' 56" S	38 ° 19' 17" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Leste	Rio Vaza-Barris	Açude de Adustina	BA	28	2001	10 ° 34' 16" S	38 ° 05' 10" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Riacho Principal	BA	28	2001	12 ° 16' 25" S	38 ° 59' 50" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Jacarecanga	BA	29	2001	12 ° 42' 31" S	38 ° 28' 56" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Ipitanga	BA	29	2001	12 ° 53' 11" S	38 ° 19' 12" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	30	2001	11 ° 48' 26" S	39 ° 23' 22" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Jacarecanga	BA	31	2001	12 ° 42' 38" S	38 ° 27' 27" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Alcobaça	BA	33	2001	17 ° 30' 41" S	39 ° 42' 17" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Muriqueira	BA	33	2001	12 ° 46' 39" S	38 ° 21' 06" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio Jequiezinho	BA	34	2001	13 ° 52' 11" S	40 ° 05' 03" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Poti	BA	34	2001	12 ° 49' 40" S	38 ° 24' 41" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Mirim	BA	37	2001	11 ° 12' 15" S	40 ° 29' 15" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Jucuruçu	BA	37	2001	17 ° 20' 48" S	39 ° 13' 03" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Petecada	BA	37	2001	12 ° 40' 30" S	38 ° 30' 28" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Itinga	BA	38	2001	12 ° 54' 08" S	38 ° 20' 59" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio João de Tiba	BA	40	2001	16 ° 16' 00" S	39 ° 35' 05" W
Atlântico Leste	Rio Vaza-Barris	Rio Vaza-Barris	BA	41	2001	10 ° 06' 05" S	38 ° 18' 03" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Estuário do rio Joanes	BA	43	2001	12 ° 51' 44" S	38 ° 17' 02" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Riacho do Maia	BA	43	2001	12 ° 17' 53" S	38 ° 58' 22" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	BA	45	2001	15 ° 30' 45" S	41 ° 14' 12" W
Atlântico Leste	Leste	Rio Colônia	BA	45	2001	15 ° 07' 13" S	40 ° 04' 17" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	BA	46	2001	15 ° 51' 20" S	38 ° 52' 53" W
Atlântico Leste	Leste	Rio Una	BA	47	2001	15 ° 16' 46" S	39 ° 00' 30" W
Atlântico Leste	Leste	Rio Cachoeira	BA	48	2001	14 ° 53' 52" S	39 ° 25' 39" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	49	2001	11 ° 31' 01" S	40 ° 02' 44" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	49	2001	12 ° 13' 52" S	39 ° 02' 51" W
Atlântico Leste	Rio Vaza-Barris	Rio Vaza-Barris	BA	49	2001	10 ° 35' 15" S	37 ° 52' 12" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Cabuçu	BA	50	2001	12 ° 50' 33" S	38 ° 24' 22" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	BA	50	2001	15 ° 31' 14" S	39 ° 52' 03" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Quijingue	BA	50	2001	10 ° 40' 07" S	39 ° 06' 46" W
Atlântico Leste	Leste	Rio Colônia	BA	50	2001	15 ° 07' 40" S	39 ° 43' 24" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	51	2001	11 ° 33' 31" S	40 ° 37' 26" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	51	2001	12 ° 17' 08" S	39 ° 00' 01" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Jucuruçu	BA	51	2001	17 ° 02' 42" S	39 ° 32' 40" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio João de Tiba	BA	52	2001	16 ° 16' 39" S	39 ° 01' 18" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Buranhém	BA	52	2001	16 ° 24' 41" S	39 ° 35' 31" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Peruípe	BA	52	2001	17 ° 48' 45" S	39 ° 47' 15" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	53	2001	12 ° 36' 19" S	38 ° 57' 48" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Riacho do Maia	BA	54	2001	12 ° 17' 46" S	38 ° 58' 13" W
Atlântico Leste	Leste	Rio Una	BA	54	2001	15 ° 17' 50" S	39 ° 03' 49" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Açu	BA	55	2001	10 ° 57' 54" S	39 ° 37' 30" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Joanes	BA	55	2001	12 ° 35' 33" S	38 ° 32' 28" W
Atlântico Leste	Recôncavo Sul	Rio Una	BA	55	2001	13 ° 21' 55" S	39 ° 04' 35" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Açu	BA	56	2001	10 ° 24' 51" S	40 ° 11' 02" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	57	2001	11 ° 33' 37" S	40 ° 36' 04" W
Atlântico Leste	Recôncavo Sul	Rio Jaguaripe	BA	57	2001	13 ° 01' 59" S	39 ° 01' 03" W
Atlântico Leste	Rio Inhambupe	Rio Inhambupe	BA	57	2001	11 ° 55' 39" S	38 ° 03' 07" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	BA	58	2001	15 ° 59' 49" S	39 ° 33' 32" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Buranhém	BA	58	2001	16 ° 24' 48" S	39 ° 35' 14" W



REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio de Contas	BA	59	2001	13 ° 51' 07" S	40 ° 46' 51" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	59	2001	11 ° 33' 41" S	40 ° 36' 27" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio do Ouro	BA	60	2001	11 ° 09' 53" S	40 ° 30' 26" W
Atlântico Leste	Leste	Lagoa Encantada	BA	60	2001	14 ° 37' 13" S	39 ° 08' 29" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Uberaba	BA	60	2001	12 ° 36' 32" S	38 ° 25' 43" W
Atlântico Leste	Rio Inhambupe	Rio Inhambupe	BA	60	2001	12 ° 03' 44" S	37 ° 44' 37" W
Atlântico Leste	Rio Inhambupe	Rio Inhambupe	BA	61	2001	11 ° 46' 55" S	38 ° 20' 48" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	BA	61	2001	15 ° 34' 45" S	39 ° 24' 31" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio do Laço	BA	61	2001	14 ° 02' 30" S	41 ° 18' 15" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Itaboaã	BA	61	2001	12 ° 49' 07" S	38 ° 24' 06" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Lamarão	BA	62	2001	12 ° 36' 20" S	38 ° 23' 29" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Jacuípe	BA	62	2001	11 ° 34' 31" S	40 ° 37' 26" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	BA	62	2001	15 ° 31' 29" S	40 ° 37' 35" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	BA	63	2001	15 ° 40' 34" S	39 ° 56' 19" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio de Contas	BA	64	2001	14 ° 12' 32" S	39 ° 32' 19" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	64	2001	13 ° 00' 18" S	41 ° 23' 21" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Caraíva	BA	64	2001	16 ° 43' 02" S	39 ° 26' 59" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Alcobaça	BA	64	2001	17 ° 32' 15" S	39 ° 11' 43" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Joanes	BA	64	2001	12 ° 43' 06" S	38 ° 21' 15" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Jacurici	BA	65	2001	10 ° 39' 00" S	39 ° 43' 20" W
Atlântico Leste	Rio Real	Rio Real	BA	65	2001	11 ° 28' 25" S	37 ° 56' 30" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Ipitanga	BA	65	2001	12 ° 51' 31" S	38 ° 23' 47" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Utinga	BA	66	2001	12 ° 30' 15" S	41 ° 12' 25" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru	BA	66	2001	11 ° 48' 19" S	37 ° 37' 52" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru	BA	66	2001	10 ° 59' 09" S	39 ° 40' 10" W
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Santo Antônio	BA	66	2001	16 ° 11' 41" S	38 ° 58' 41" W
Atlântico Leste	Recôncavo Sul	Rio Jiquiriçá	BA	66	2001	13 ° 10' 25" S	39 ° 19' 19" W
Atlântico Leste	Rio Real	Rio Real	BA	66	2001	11 ° 33' 29" S	37 ° 34' 10" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio de Contas	BA	67	2001	14 ° 06' 31" S	39 ° 46' 28" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio do Aipim	BA	67	2001	10 ° 35' 44" S	40 ° 20' 35" W
Atlântico Leste	Leste	Rio Almada	BA	67	2001	14 ° 39' 18" S	39 ° 11' 23" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	67	2001	12 ° 50' 20" S	41 ° 19' 18" W
Atlântico Leste	Recôncavo Sul	Rio Dona	BA	68	2001	13 ° 14' 30" S	39 ° 14' 30" W
Atlântico Leste	Recôncavo Sul	Rio Jiquiriçá	BA	68	2001	13 ° 14' 30" S	39 ° 02' 21" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio Brumado	BA	68	2001	13 ° 29' 44" S	41 ° 52' 41" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Represa Joanes II	BA	69	2001	12 ° 40' 24" S	38 ° 22' 32" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Açu	BA	69	2001	10 ° 56' 22" S	39 ° 24' 57" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	69	2001	13 ° 04' 37" S	41 ° 23' 21" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Açu	BA	69	2001	10 ° 59' 17" S	39 ° 39' 46" W
Atlântico Leste	Leste	Rio Almada	BA	69	2001	14 ° 38' 08" S	39 ° 09' 20" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Barragem Joanes I (jusante)	BA	70	2001	12 ° 50' 10" S	38 ° 14' 28" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	70	2001	12 ° 45' 54" S	40 ° 13' 51" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Açu	BA	70	2001	10 ° 56' 06" S	39 ° 21' 29" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	70	2001	12 ° 32' 53" S	38 ° 58' 22" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Açu	BA	71	2001	10 ° 57' 16" S	39 ° 34' 53" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	72	2001	12 ° 35' 07" S	39 ° 31' 20" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio de Contas	BA	72	2001	14 ° 12' 32" S	39 ° 32' 19" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Leste	Extremo Sul	Rio Mucuri	BA	73	2001	18 ° 05' 55" S	39 ° 53' 36" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Ipitanga	BA	73	2001	12 ° 49' 44" S	38 ° 22' 60" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	73	2001	12 ° 35' 01" S	38 ° 59' 55" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Cariacá	BA	74	2001	10 ° 28' 48" S	39 ° 21' 21" W
Atlântico Leste	Rios Joanes e Ipitanga	Rio Ipitanga	BA	74	2001	12 ° 54' 02" S	38 ° 23' 05" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	74	2001	12 ° 45' 57" S	40 ° 12' 52" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio do Antônio	BA	74	2001	14 ° 13' 21" S	41 ° 40' 13" W
Atlântico Leste	Rio Paraguaçu	Rio Paraguaçu	BA	74	2001	12 ° 58' 50" S	40 ° 57' 29" W
Atlântico Leste	Recôncavo Sul	Rio Dona	BA	75	2001	13 ° 03' 30" S	39 ° 16' 49" W
Atlântico Leste	Rio Itapicuru	Rio Itapicuru-Mirim	BA	75	2001	10 ° 51' 11" S	40 ° 10' 28" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio Ourives	BA	81	2001	13 ° 57' 50" S	41 ° 20' 25" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio de Contas	BA	82	2001	14 ° 16' 35" S	39 ° 22' 07" W
Atlântico Leste	Rio de Contas	Rio de Contas	BA	83	2001	13 ° 52' 11" S	40 ° 14' 10" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Todos os Santos	MG	43	2002	17 ° 53' 35" S	41 ° 18' 38" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Mucuri	MG	61	2002	17 ° 50' 29" S	40 ° 22' 36" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Mucuri	MG	63	2002	17 ° 42' 28" S	40 ° 43' 30" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Araçuaí	MG	63	2002	16 ° 57' 14" S	42 ° 28' 15" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	67	2002	17 ° 15' 02" S	43 ° 05' 29" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	67	2002	16 ° 36' 19" S	41 ° 45' 43" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Mucuri	MG	67	2002	17 ° 30' 15" S	41 ° 19' 26" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Araçuaí	MG	69	2002	16 ° 51' 15" S	42 ° 04' 45" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	MG	70	2002	15 ° 12' 02" S	42 ° 32' 26" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Marambaia	MG	70	2002	17 ° 24' 16" S	41 ° 14' 44" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	70	2002	16 ° 11' 21" S	40 ° 42' 15" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Mucuri	MG	71	2002	17 ° 29' 47" S	41 ° 14' 26" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	71	2002	16 ° 25' 49" S	41 ° 01' 12" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	72	2002	16 ° 37' 36" S	42 ° 11' 03" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	72	2002	16 ° 39' 51" S	42 ° 24' 03" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	72	2002	18 ° 07' 28" S	43 ° 31' 09" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Salinas	MG	72	2002	16 ° 24' 51" S	42 ° 16' 30" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	73	2002	18 ° 24' 33" S	43 ° 31' 23" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Pampã	MG	74	2002	17 ° 42' 42" S	40 ° 36' 54" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	MG	74	2002	15 ° 31' 18" S	41 ° 14' 21" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Araçuaí	MG	74	2002	17 ° 17' 38" S	42 ° 49' 23" W
Atlântico Leste	Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	MG	76	2002	16 ° 00' 32" S	39 ° 58' 31" W
Atlântico Leste	Rio Mucuri	Rio Todos os Santos	MG	76	2002	17 ° 50' 48" S	41 ° 41' 26" W
Atlântico Leste	Rio Pardo	Rio Pardo	MG	77	2002	15 ° 42' 24" S	42 ° 10' 32" W
Atlântico Leste	Rio Jucu	Rio Aribiri	ES	17	2002	20 ° 20' 57" S	40 ° 20' 15" W
Atlântico Leste	Rio Beneventes	Rio Beneventes	ES	59	2002	20 ° 41' 09" S	40 ° 40' 42" W
Atlântico Leste	Rio Beneventes	Rio Beneventes	ES	59	2002	20 ° 39' 11" S	40 ° 44' 57" W
Atlântico Leste	Rio Jucu	Rio Bubu	ES	71	2002	20 ° 16' 50" S	40 ° 25' 27" W
Atlântico Leste	Rio Jucu	Rio Bubu	ES	43	2002	20 ° 17' 02" S	40 ° 23' 48" W
Atlântico Leste	Rio Jucu	Rio Bubu	ES	46	2002	20 ° 16' 32" S	40 ° 25' 01" W
Atlântico Leste	Rio Jucu	Rio Bubu	ES	42	2002	20 ° 16' 54" S	40 ° 23' 35" W
Atlântico Leste	Rio Reis Magos	Lagoa de Carapebus	ES	47	2002	20 ° 13' 45" S	40 ° 12' 38" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Xopotó	MG	19	2002	21 ° 02' 48" S	42 ° 49' 58" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Ribeirão Meia Pataca	MG	20	2002	21 ° 23' 54" S	42 ° 41' 34" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Ribeirão Ubá	MG	20	2002	21 ° 08' 09" S	42 ° 52' 39" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	27	2002	21 ° 47' 12" S	43 ° 18' 26" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Caratinga	MG	42	2002	19 ° 43' 36" S	42 ° 07' 59" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	46	2002	21 ° 42' 49" S	43 ° 24' 06" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Ribeirão das Posses	MG	47	2002	21 ° 29' 35" S	43 ° 31' 55" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piracicaba	MG	48	2002	19 ° 31' 49" S	42 ° 36' 12" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio do Peixe	MG	49	2002	19 ° 45' 02" S	43 ° 01' 35" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Muriaé	MG	49	2002	21 ° 08' 08" S	42 ° 20' 21" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	50	2002	19 ° 19' 23" S	42 ° 22' 27" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio do Carmo	MG	51	2002	20 ° 21' 00" S	43 ° 19' 05" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piracicaba	MG	52	2002	19 ° 50' 07" S	43 ° 07' 12" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	53	2002	21 ° 51' 47" S	43 ° 20' 04" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piranga	MG	53	2002	20 ° 23' 02" S	42 ° 54' 14" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	53	2002	19 ° 29' 18" S	42 ° 29' 39" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	54	2002	21 ° 40' 51" S	43 ° 26' 08" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Pomba	MG	56	2002	21 ° 14' 04" S	43 ° 19' 12" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piracicaba	MG	57	2002	19 ° 56' 30" S	43 ° 10' 42" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio do Peixe	MG	58	2002	21 ° 48' 35" S	43 ° 46' 51" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Santa Bárbara	MG	58	2002	19 ° 48' 36" S	43 ° 13' 59" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piracicaba	MG	58	2002	19 ° 46' 00" S	43 ° 02' 39" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	58	2002	19 ° 10' 33" S	41 ° 28' 00" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piracicaba	MG	59	2002	19 ° 31' 50" S	42 ° 39' 27" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	59	2002	18 ° 52' 59" S	41 ° 57' 10" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	59	2002	18 ° 52' 05" S	41 ° 50' 06" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Caratinga	MG	60	2002	19 ° 04' 01" S	41 ° 31' 32" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	MG	60	2002	22 ° 06' 27" S	43 ° 10' 12" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	60	2002	18 ° 58' 30" S	41 ° 38' 48" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piracicaba	MG	61	2002	19 ° 37' 05" S	42 ° 48' 09" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Casca	MG	61	2002	20 ° 05' 53" S	42 ° 37' 46" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Matipó	MG	61	2002	20 ° 06' 01" S	42 ° 26' 27" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Pomba	MG	61	2002	21 ° 25' 19" S	42 ° 40' 15" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Xopotó	MG	61	2002	21 ° 18' 15" S	42 ° 49' 43" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	61	2002	19 ° 21' 11" S	41 ° 14' 44" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Muriaé	MG	62	2002	21 ° 09' 02" S	42 ° 13' 28" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	62	2002	19 ° 30' 20" S	41 ° 00' 47" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Suaçua Grande	MG	62	2002	18 ° 34' 36" S	41 ° 55' 14" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Piranga	MG	62	2002	20 ° 40' 18" S	43 ° 05' 30" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	62	2002	21 ° 58' 24" S	43 ° 21' 21" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	64	2002	20 ° 01' 18" S	42 ° 45' 07" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	MG	64	2002	19 ° 45' 34" S	42 ° 29' 06" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	MG	65	2002	21 ° 39' 00" S	42 ° 05' 11" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Santo Antônio	MG	65	2002	19 ° 13' 24" S	42 ° 20' 34" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Corrente Grande	MG	65	2002	19 ° 01' 14" S	42 ° 09' 45" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Xopotó	MG	66	2002	20 ° 47' 07" S	43 ° 06' 56" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	66	2002	21 ° 36' 02" S	43 ° 30' 27" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Pomba	MG	66	2002	21 ° 22' 39" S	42 ° 44' 36" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio do Peixe	MG	67	2002	21 ° 53' 03" S	43 ° 24' 09" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Preto	MG	67	2002	22 ° 00' 18" S	43 ° 20' 27" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Manhuaçu	MG	68	2002	20 ° 07' 13" S	41 ° 55' 42" W



REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Manhuaçu	MG	68	2002	19 ° 29' 51" S	41 ° 10' 09" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Glória	MG	69	2002	21 ° 07' 04" S	42 ° 20' 28" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Muriaé	MG	69	2002	21 ° 09' 02" S	42 ° 26' 44" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	69	2002	22 ° 00' 51" S	43 ° 18' 16" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Carangola	MG	69	2002	20 ° 53' 60" S	42 ° 00' 38" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	MG	70	2002	22 ° 05' 38" S	43 ° 08' 38" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Pomba	MG	70	2002	21 ° 29' 40" S	42 ° 15' 01" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Cágado	MG	70	2002	22 ° 00' 34" S	43 ° 08' 53" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Novo	MG	71	2002	21 ° 23' 07" S	42 ° 45' 54" W
Atlântico Sudeste	Ribeira	Rio Ponta Grossa	PR	54	2001	24 ° 49' 39" S	49 ° 15' 46" W
Atlântico Sudeste	Ribeira	Rio Piedade	PR	59	2001	25 ° 00' 29" S	49 ° 20' 26" W
Atlântico Sudeste	Ribeira	Rio Ribeira	PR	60	2001	24 ° 47' 47" S	49 ° 16' 21" W
Atlântico Sudeste	Ribeira	Rio Ribeira	PR	68	2001	24 ° 39' 20" S	48 ° 59' 59" W
Atlântico Sudeste	Ribeira	Açungui	PR	70	2001	25 ° 14' 12" S	49 ° 35' 39" W
Atlântico Sudeste	Ribeira	Rio Capivari	PR	71	2001	25 ° 13' 00" S	48 ° 57' 00" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Lagoa de Carapebus	ES	71	2002	20 ° 13' 36" S	40 ° 12' 36" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Formate	ES	32	2002	20 ° 20' 53" S	40 ° 24' 42" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Formate	ES	34	2002	20 ° 21' 11" S	40 ° 24' 29" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Formate	ES	30	2002	20 ° 23' 56" S	40 ° 22' 14" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Formate	ES	42	2002	20 ° 20' 17" S	40 ° 25' 46" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Formate	ES	27	2002	20 ° 22' 14" S	40 ° 24' 18" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Itanguá	ES	19	2002	20 ° 19' 41" S	40 ° 23' 31" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Itanguá	ES	21	2002	20 ° 19' 14" S	40 ° 22' 45" W
Atlântico Sudeste	Rio Itaúnas	Rio Itaúnas	ES	67	2002	18 ° 18' 43" S	39 ° 42' 38" W
Atlântico Sudeste	Rio Itaúnas	Rio Itaúnas	ES	68	2002	18 ° 17' 43" S	39 ° 57' 19" W
Atlântico Sudeste	Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	ES	63	2002	21 ° 13' 09" S	41 ° 27' 47" W
Atlântico Sudeste	Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	ES	59	2002	20 ° 45' 33" S	41 ° 18' 30" W
Atlântico Sudeste	Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	ES	60	2002	21 ° 12' 21" S	41 ° 40' 45" W
Atlântico Sudeste	Rio Itapemirim	Rio Itapemirim	ES	64	2002	20 ° 41' 54" S	41 ° 18' 05" W
Atlântico Sudeste	Rio Itapemirim	Rio Itapemirim	ES	55	2002	20 ° 51' 47" S	41 ° 05' 53" W
Atlântico Sudeste	Rio Itapemirim	Rio Itapemirim	ES	53	2002	20 ° 58' 55" S	40 ° 56' 18" W
Atlântico Sudeste	Rio Itapemirim	Rio Itapemirim	ES	53	2002	20 ° 55' 00" S	40 ° 54' 51" W
Atlântico Sudeste	Rio Itapemirim	Rio Itapemirim	ES	62	2002	20 ° 41' 54" S	41 ° 10' 21" W
Atlântico Sudeste	Guarapari	Rio Jabuti	ES	65	2002	20 ° 38' 33" S	40 ° 33' 46" W
Atlântico Sudeste	Guarapari	Rio Jabuti	ES	69	2002	20 ° 38' 12" S	40 ° 32' 35" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Rio Jacaraípe	ES	53	2002	20 ° 08' 56" S	40 ° 11' 58" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Rio Jacaraípe	ES	53	2002	20 ° 09' 14" S	40 ° 11' 56" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Jucu	ES	64	2002	20 ° 25' 33" S	40 ° 33' 37" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Jucu	ES	63	2002	20 ° 18' 57" S	40 ° 39' 24" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Jucu	ES	56	2002	20 ° 23' 26" S	40 ° 34' 37" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Jucu	ES	57	2002	20 ° 24' 41" S	40 ° 39' 34" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Jucu	ES	52	2002	20 ° 24' 27" S	40 ° 40' 15" W
Atlântico Sudeste	Rio Jucu	Rio Jucu	ES	54	2002	20 ° 22' 33" S	40 ° 33' 37" W
Atlântico Sudeste	Rio Novo	Lagoa de Guanandi	ES	67	2002	20 ° 55' 32" S	40 ° 49' 05" W
Atlântico Sudeste	Rio Novo	Lagoa de Guanandi	ES	83	2002	20 ° 55' 41" S	40 ° 49' 31" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Lagoa Jacunem	ES	51	2002	20 ° 20' 09" S	40 ° 14' 02" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Lagoa Jacunem	ES	59	2002	20 ° 09' 57" S	40 ° 14' 06" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Lagoa Jacunem	ES	73	2002	20 ° 10' 03" S	40 ° 13' 13" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Lagoa Juara	ES	69	2002	20 ° 07' 50" S	40 ° 12' 56" W
Atlântico Sudeste	Rio Manguinhos	Córrego Manguinhos	ES	56	2002	20 ° 12' 18" S	40 ° 12' 00" W
Atlântico Sudeste	Rio Marinho	Rio Marinho	ES	26	2002	20 ° 21' 15" S	40 ° 21' 30" W
Atlântico Sudeste	Rio Marinho	Rio Marinho	ES	27	2002	20 ° 20' 20" S	40 ° 21' 15" W
Atlântico Sudeste	Rio Piraquê-Açu	Rio Piraquê-Açu	ES	61	2002	19 ° 45' 55" S	40 ° 23' 26" W
Atlântico Sudeste	Rio Piraquê-Açu	Rio Piraquê-Açu	ES	52	2002	19 ° 45' 51" S	40 ° 22' 05" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	61	2002	19 ° 30' 24" S	41 ° 00' 56" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	53	2002	19 ° 30' 57" S	40 ° 34' 50" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	57	2002	19 ° 24' 45" S	40 ° 03' 56" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	61	2002	20 ° 16' 54" S	40 ° 51' 24" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	62	2002	19 ° 31' 55" S	40 ° 40' 04" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	56	2002	19 ° 25' 54" S	39 ° 56' 51" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	52	2002	20 ° 17' 02" S	41 ° 00' 28" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	72	2002	19 ° 32' 16" S	40 ° 42' 48" W
Atlântico Sudeste	Rio Doce	Rio Doce	ES	63	2002	19 ° 30' 25" S	41 ° 36' 42" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Rio Reis Magos	ES	48	2002	19 ° 56' 12" S	40 ° 35' 17" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Rio Reis Magos	ES	57	2002	19 ° 56' 08" S	40 ° 25' 31" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Rio Reis Magos	ES	59	2002	19 ° 56' 03" S	40 ° 24' 20" W
Atlântico Sudeste	Rio Reis Magos	Rio Reis Magos	ES	61	2002	19 ° 55' 51" S	40 ° 37' 50" W
Atlântico Sudeste	Rio Novo do Sul	Rio Novo do Sul	ES	64	2002	20 ° 53' 21" S	40 ° 53' 58" W
Atlântico Sudeste	Rio Novo do Sul	Rio Novo do Sul	ES	59	2002	20 ° 51' 11" S	40 ° 56' 20" W
Atlântico Sudeste	Rio São Mateus	Rio São Mateus	ES	51	2002	18 ° 42' 33" S	39 ° 51' 15" W
Atlântico Sudeste	Rio São Mateus	Rio São Mateus	ES	49	2002	18 ° 42' 42" S	39 ° 58' 09" W
Atlântico Sudeste	Rio São Mateus	Rio São Mateus	ES	47	2002	18 ° 43' 35" S	40 ° 10' 36" W
Atlântico Sudeste	Rio São Mateus	Rio São Mateus	ES	49	2002	18 ° 40' 23" S	40 ° 06' 47" W
Atlântico Sudeste	Rio São Mateus	Rio São Mateus	ES	56	2002	18 ° 37' 37" S	39 ° 52' 40" W
Atlântico Sudeste	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	ES	65	2002	20 ° 03' 20" S	40 ° 46' 23" W
Atlântico Sudeste	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	ES	55	2002	20 ° 02' 02" S	40 ° 43' 51" W
Atlântico Sudeste	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	ES	65	2002	20 ° 05' 39" S	40 ° 32' 21" W
Atlântico Sudeste	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	ES	58	2002	20 ° 06' 05" S	40 ° 31' 03" W
Atlântico Sudeste	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Santa Maria da Vitória	ES	63	2002	20 ° 11' 07" S	40 ° 23' 08" W
Atlântico Sudeste	Baixada Santista	Rio Piaçaguera	SP	39	2002	23 ° 51' 32" S	46 ° 23' 42" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	46	2002	23 ° 04' 54" S	45 ° 42' 39" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	46	2002	22 ° 50' 21" S	45 ° 15' 02" W
Atlântico Sudeste	Baixada Santista	Rio Mogi	SP	48	2002	23 ° 51' 11" S	46 ° 22' 50" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	49	2002	22 ° 42' 11" S	45 ° 07' 09" W
Atlântico Sudeste	Rio Ribeira	Rio Jacupiranga	SP	50	2002	24 ° 41' 36" S	48 ° 00' 29" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	51	2002	23 ° 11' 53" S	45 ° 55' 51" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	52	2002	23 ° 11' 29" S	45 ° 55' 13" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Parateí	SP	54	2002	23 ° 12' 25" S	46 ° 00' 20" W
Atlântico Sudeste	Baixada Santista	Rio Cubatão	SP	55	2002	23 ° 52' 58" S	46 ° 24' 48" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	56	2002	22 ° 58' 00" S	45 ° 33' 36" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	57	2002	22 ° 32' 31" S	44 ° 46' 26" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Jaguari	SP	58	2002	23 ° 10' 24" S	45 ° 54' 54" W
Atlântico Sudeste	Rio Ribeira	Rio Ribeira de Iguaçu	SP	61	2002	24 ° 29' 27" S	47 ° 50' 17" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	63	2002	23 ° 18' 47" S	45 ° 58' 19" W
Atlântico Sudeste	Rio Ribeira	Rio Ribeira de Iguape	SP	63	2002	24 ° 41' 43" S	47 ° 34' 10" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Jaguari	SP	64	2002	23 ° 17' 38" S	46 ° 14' 02" W
Atlântico Sudeste	Baixada Santista	Rio Cubatão	SP	65	2002	23 ° 53' 17" S	46 ° 27' 19" W
Atlântico Sudeste	Rio Ribeira	Rio Juquiá	SP	68	2002	24 ° 19' 19" S	47 ° 38' 17" W
Atlântico Sudeste	Litoral Norte	Rio Claro	SP	69	2002	23 ° 42' 09" S	45 ° 29' 20" W
Atlântico Sudeste	Baixada Santista	Res. Capivari-Monos	SP	69	2002	23 ° 55' 09" S	46 ° 43' 42" W
Atlântico Sudeste	Rio Ribeira	Rio Ribeira	SP	69	2002	24 ° 39' 11" S	48 ° 49' 30" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba	SP	70	2002	23 ° 22' 13" S	45 ° 54' 02" W
Atlântico Sudeste	Litoral Norte	Rio Grande	SP	71	2002	23 ° 23' 53" S	45 ° 07' 14" W
Atlântico Sudeste	Litoral Norte	Rio São Francisco	SP	72	2002	23 ° 45' 38" S	45 ° 25' 19" W
Atlântico Sudeste	Rio Ribeira	Rio Juquiá	SP	73	2002	23 ° 56' 29" S	47 ° 05' 33" W
Atlântico Sudeste	Baixada Santista	Canal de Fuga II	SP	80	2002	23 ° 52' 36" S	46 ° 27' 09" W
Atlântico Sudeste	Rio Paraíba do Sul	Res. Santa Branca	SP	84	2002	23 ° 22' 30" S	45 ° 52' 14" W
Atlântico Sul	Litorânea	Rio São João	PR	64	2002	25 ° 55' 59" S	48 ° 51' 08" W
Atlântico Sul	Litorânea	Rio Nhundiaquara	PR	75	2001	25 ° 28' 37" S	48 ° 49' 48" W
Atlântico Sul	Litorânea	Rio do Pinto	PR	75	2001	25 ° 32' 11" S	48 ° 50' 48" W
Atlântico Sul	Litorânea	Guaraqueçaba	PR	81	2001	25 ° 09' 38" S	48 ° 14' 35" W
Atlântico Sul	Litorânea	Tagaçaba	PR	82	2001	25 ° 12' 00" S	48 ° 28' 00" W
Atlântico Sul	Litorânea	Rio Cachoeira	PR	82	2001	25 ° 19' 00" S	48 ° 42' 00" W
Atlântico Sul	Litorânea	Serra Negra	PR	84	2001	25 ° 09' 10" S	48 ° 23' 44" W
Atlântico Sul	Litorânea	Rio Nhundiaquara	PR	84	2001	25 ° 25' 17" S	48 ° 53' 05" W
Atlântico Sul	Litorânea	Guaraqueçaba	PR	85	2001	25 ° 09' 36" S	48 ° 14' 33" W
Atlântico Sul	Litorânea	Açungui	PR	85	2001	25 ° 11' 09" S	48 ° 26' 58" W
Atlântico Sul	Litorânea	Morato	PR	86	2001	25 ° 10' 33" S	48 ° 17' 48" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Arroio Portão	RS	23	2002	29 ° 46' 33" S	51 ° 11' 38" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Arr. Luiz Rau	RS	28	2002	29 ° 44' 20" S	51 ° 07' 22" W
Atlântico Sul	Rio Gravataí	Arroio Areia	RS	29	2002	29 ° 57' 36" S	51 ° 08' 34" W
Atlântico Sul	Rio Gravataí	Cachoeirinha	RS	31	2002	29 ° 57' 14" S	51 ° 07' 37" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Canal - SL	RS	41	2002	29 ° 45' 50" S	51 ° 10' 37" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Sapucaia	RS	43	2002	29 ° 47' 52" S	51 ° 11' 24" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Canoas	RS	44	2002	29 ° 52' 37" S	51 ° 14' 34" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	São Leopoldo	RS	44	2002	29 ° 45' 25" S	51 ° 08' 16" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Novo Hamburgo	RS	45	2002	29 ° 43' 51" S	51 ° 04' 58" W
Atlântico Sul	Rio Gravataí	Passo dos Negros	RS	49	2002	29 ° 57' 54" S	50 ° 56' 52" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Jacuí Gal. Câmara	RS	55	2002	29 ° 57' 14" S	51 ° 45' 48" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Sta. Cristina	RS	55	2002	29 ° 41' 06" S	50 ° 50' 52" W
Atlântico Sul	Rio Gravataí	Chico Lomã	RS	57	2002	29 ° 56' 09" S	50 ° 36' 03" W
Atlântico Sul	Rio Gravataí	Canal	RS	57	2002	29 ° 59' 20" S	50 ° 45' 36" W
Atlântico Sul	Rio Caí	Bom Princípio	RS	58	2002	29 ° 30' 18" S	51 ° 21' 36" W
Atlântico Sul	Rio Caí	Rio Cadeia	RS	59	2002	29 ° 37' 48" S	51 ° 22' 44" W
Atlântico Sul	Rio Caí	Arroio Pinhal	RS	60	2002	29 ° 19' 30" S	51 ° 10' 51" W
Atlântico Sul	Rio Caí	São Francisco	RS	60	2002	29 ° 21' 46" S	50 ° 31' 15" W
Atlântico Sul	Rio Caí	Arroio Bom Jardim	RS	60	2002	29 ° 50' 06" S	51 ° 21' 57" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Estrela/Lajeado	RS	60	2002	29 ° 30' 41" S	51 ° 58' 47" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Jacuí Espumoso	RS	61	2002	28 ° 43' 12" S	52 ° 50' 58" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Rio Pardo, foz	RS	63	2002	29 ° 59' 29" S	52 ° 23' 04" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Vacacaí P. Verde	RS	64	2002	29 ° 56' 12" S	53 ° 42' 40" W



REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Rio Rolante	RS	65	2002	29 ° 34' 51" S	50 ° 28' 04" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Vacacaí P. Tunas	RS	66	2002	29 ° 55' 25" S	53 ° 25' 06" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Jacuí Nascentes	RS	66	2002	28 ° 18' 42" S	52 ° 18' 25" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Triunfo, foz	RS	66	2002	29 ° 55' 45" S	51 ° 43' 50" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Encantado	RS	67	2002	29 ° 13' 35" S	51 ° 51' 06" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Jusante Pedrinho	RS	67	2002	29 ° 05' 18" S	51 ° 38' 17" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Vacacaí-Mirim	RS	68	2002	29 ° 48' 01" S	53 ° 22' 06" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Jusante Tega/Biazus	RS	68	2002	29 ° 03' 27" S	51 ° 23' 45" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Nascentes	RS	70	2002	28 ° 47' 00" S	49 ° 58' 54" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Jacuí Rod-287 Agudo	RS	70	2002	29 ° 42' 25" S	53 ° 17' 05" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Nova Roma	RS	70	2002	29 ° 00' 45" S	51 ° 22' 00" W
Atlântico Sul	Rio dos Sinos	Nascentes	RS	70	2002	29 ° 43' 26" S	50 ° 16' 44" W
Atlântico Sul	Rio Antas/Taquari	Bom Jesus	RS	70	2002	28 ° 48' 03" S	50 ° 25' 47" W
Atlântico Sul	Rio Caí	Canela	RS	71	2002	29 ° 16' 30" S	50 ° 44' 16" W
Atlântico Sul	Rio Jacuí	Rio Pardo, nascente	RS	74	2002	29 ° 32' 34" S	52 ° 48' 56" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Coxim	MS	66	2002	19 ° 15' 27" S	54 ° 44' 03" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Coxim	MS	58	2002	19 ° 20' 44" S	54 ° 11' 13" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Coxim	MS	50	2002	18 ° 29' 57" S	54 ° 45' 38" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Taquari	MS	69	2002	18 ° 21' 30" S	54 ° 36' 23" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Verde	MS	76	2002	18 ° 56' 47" S	54 ° 55' 45" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Verde	MS	65	2002	18 ° 53' 26" S	54 ° 49' 36" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Taquari-Mirim	MS	63	2002	18 ° 30' 56" S	54 ° 45' 11" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Taquari	MS	57	2002	18 ° 28' 54" S	54 ° 46' 09" W
Paraguai	Rio Taquari	Rio Taquari	MS	62	2002	19 ° 14' 03" S	57 ° 13' 36" W
Paraguai	Rio Paraguai	Rio Paraguai	MS	87	2002	18 ° 02' 36" S	57 ° 29' 21" W
Paraguai	Rio Paraguai	Rio Paraguai	MS	71	2002	18 ° 59' 35" S	57 ° 39' 37" W
Paraguai	Rio Paraguai	Rio Paraguai	MS	69	2002	19 ° 00' 19" S	57 ° 34' 23" W
Paraguai	Rio Paraguai	Rio Paraguai	MS	68	2002	19 ° 00' 00" S	57 ° 36' 18" W
Paraguai	Rio Paraguai	Rio Paraguai	MS	62	2002	18 ° 19' 09" S	57 ° 39' 20" W
Paraguai	Rio Correntes	Rio Piquiri	MS	66	2002	17 ° 54' 57" S	54 ° 41' 26" W
Paraguai	Rio Correntes	Rio Piquiri	MS	68	2002	17 ° 38' 58" S	55 ° 08' 22" W
Paraguai	Rio Correntes	Rio Piquiri	MS	71	2002	17 ° 39' 20" S	55 ° 08' 18" W
Paraguai	Rio Correntes	Rio Piquiri	MS	72	2002	17 ° 31' 26" S	54 ° 44' 25" W
Paraguai	Rio Correntes	Rio Piquiri	MS	73	2002	17 ° 39' 12" S	55 ° 08' 16" W
Paraguai	Rio Correntes	Córrego Cabeceira Alta	MS	68	2002	17 ° 37' 06" S	54 ° 44' 39" W
Paraguai	Rio Correntes	Córrego Cabeceira Alta	MS	64	2002	17 ° 38' 33" S	54 ° 49' 09" W
Paraguai	Rio Paraguai	Rio Paraguai	MS	85	2002	19 ° 56' 06" S	57 ° 48' 43" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Miranda	MS	66	2002	21 ° 28' 59" S	56 ° 07' 13" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Miranda	MS	58	2002	21 ° 28' 00" S	56 ° 07' 45" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Aquidauana	MS	67	2002	19 ° 20' 49" S	54 ° 41' 39" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Aquidauana	MS	57	2002	19 ° 57' 01" S	54 ° 53' 43" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Aquidauana	MS	61	2002	20 ° 09' 19" S	55 ° 05' 17" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Canastrão	MS	64	2002	20 ° 38' 26" S	55 ° 06' 38" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Cachoeirão	MS	69	2002	20 ° 28' 39" S	55 ° 16' 19" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Aquidauana	MS	62	2002	20 ° 29' 44" S	55 ° 46' 46" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Miranda	MS	55	2002	20 ° 45' 47" S	56 ° 05' 24" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Aquidauana	MS	57	2002	20 ° 27' 43" S	55 ° 49' 53" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Paraguai	Rio Miranda	Rio Miranda	MS	66	2002	20 ° 14' 26" S	56 ° 23' 57" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Salobra	MS	70	2002	20 ° 12' 52" S	56 ° 29' 36" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Miranda	MS	70	2002	19 ° 47' 21" S	56 ° 48' 54" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Aquidauana	MS	63	2002	19 ° 47' 36" S	56 ° 48' 15" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Miranda	MS	63	2002	19 ° 46' 59" S	56 ° 48' 54" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Miranda	MS	59	2002	19 ° 25' 17" S	57 ° 20' 17" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Formoso	MS	77	2002	21 ° 05' 54" S	56 ° 13' 41" W
Paraguai	Rio Miranda	Córrego Bonito	MS	69	2002	21 ° 08' 17" S	56 ° 29' 20" W
Paraguai	Rio Miranda	Córrego Bonito	MS	27	2002	21 ° 07' 41" S	56 ° 28' 32" W
Paraguai	Rio Miranda	Córrego Bonito	MS	44	2002	21 ° 07' 36" S	56 ° 27' 42" W
Paraguai	Rio Miranda	Córrego Bonito	MS	66	2002	21 ° 08' 57" S	56 ° 25' 36" W
Paraguai	Rio Miranda	Córrego Restinga	MS	58	2002	21 ° 07' 37" S	56 ° 28' 35" W
Paraguai	Rio Miranda	Córrego Saladeiro	MS	71	2002	21 ° 07' 36" S	56 ° 27' 38" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Formoso	MS	74	2002	21 ° 14' 11" S	56 ° 30' 34" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Formoso	MS	77	2002	21 ° 10' 23" S	56 ° 26' 39" W
Paraguai	Rio Miranda	Rio Formoso	MS	76	2002	21 ° 07' 19" S	56 ° 23' 13" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	65	2003	15 ° 37' 11" S	56 ° 05' 56" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	65	2003	15 ° 38' 58" S	56 ° 04' 09" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	69	2003	15 ° 37' 57" S	56 ° 06' 22" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	70	2003	15 ° 46' 03" S	56 ° 08' 53" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	71	2003	15 ° 33' 50" S	56 ° 08' 28" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Jangada	MT	73	2003	15 ° 12' 25" S	56 ° 23' 03" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Jangada	MT	74	2003	15 ° 14' 28" S	56 ° 28' 59" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Jangada	MT	75	2003	15 ° 25' 23" S	56 ° 37' 55" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	76	2003	14 ° 28' 25" S	55 ° 41' 51" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	76	2003	15 ° 54' 77" S	56 ° 01' 81" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	76	2003	16 ° 31' 27" S	56 ° 27' 34" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	78	2003	16 ° 12' 45" S	55 ° 59' 43" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	79	2003	14 ° 41' 44" S	56 ° 15' 04" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	79	2003	15 ° 12' 14" S	56 ° 22' 06" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	79	2003	15 ° 12' 14" S	56 ° 23' 08" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	80	2003	14 ° 32' 30" S	55 ° 50' 53" W
Paraguai	Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	MT	81	2003	14 ° 49' 56" S	56 ° 24' 53" W
Paraná	Rio Grande	Rio Formiga	MG	34	2002	20 ° 29' 26" S	45 ° 26' 48" W
Paraná	Rio Grande	Ribeirão da Bocaina	MG	36	2002	20 ° 41' 38" S	46 ° 36' 00" W
Paraná	Rio Grande	Córrego da Gameleira	MG	36	2002	20 ° 00' 50" S	47 ° 52' 51" W
Paraná	Rio Grande	Rio das Mortes	MG	40	2002	21 ° 16' 28" S	43 ° 52' 49" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Uberabinha	MG	44	2002	18 ° 46' 17" S	48 ° 26' 24" W
Paraná	Rio Grande	Ribeirão Caieiro	MG	46	2002	21 ° 13' 28" S	43 ° 55' 19" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí	MG	47	2002	22 ° 22' 05" S	45 ° 33' 15" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí-Mirim	MG	48	2002	22 ° 12' 42" S	45 ° 54' 21" W
Paraná	Rio Grande	Rio das Mortes	MG	49	2002	21 ° 12' 05" S	43 ° 57' 51" W
Paraná	Rio Grande	Rio das Mortes	MG	50	2002	21 ° 04' 14" S	44 ° 19' 09" W
Paraná	Rio Grande	Rio das Antas	MG	51	2002	21 ° 44' 00" S	46 ° 36' 19" W
Paraná	Rio Grande	Rio Jacaré	MG	52	2002	21 ° 00' 21" S	45 ° 12' 25" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	MG	52	2002	18 ° 36' 14" S	46 ° 32' 39" W
Paraná	Rio Grande	Rio Verde	MG	52	2002	22 ° 04' 05" S	45 ° 03' 12" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí	MG	54	2002	22 ° 13' 14" S	45 ° 52' 05" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Paraná	Rio Grande	Rio do Peixe	MG	55	2002	21 ° 40' 32" S	45 ° 20' 21" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Jordão	MG	55	2002	18 ° 35' 43" S	48 ° 08' 11" W
Paraná	Rio Grande	Rio Lambari	MG	55	2002	22 ° 13' 00" S	45 ° 16' 12" W
Paraná	Rio Grande	Rio Verde	MG	56	2002	22 ° 13' 26" S	44 ° 58' 54" W
Paraná	Rio Grande	Rio Uberaba	MG	57	2002	19 ° 54' 56" S	48 ° 23' 49" W
Paraná	Rio Grande	Rio Verde	MG	57	2002	21 ° 42' 07" S	45 ° 15' 23" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí-Mirim	MG	57	2002	22 ° 17' 44" S	45 ° 54' 27" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí	MG	58	2002	22 ° 03' 23" S	45 ° 42' 00" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí	MG	58	2002	22 ° 30' 45" S	45 ° 23' 30" W
Paraná	Rio Grande	Rio Grande	MG	58	2002	21 ° 29' 53" S	44 ° 20' 06" W
Paraná	Rio Grande	Rio das Mortes	MG	58	2002	21 ° 07' 55" S	44 ° 44' 25" W
Paraná	Rio Grande	Rio Verde	MG	58	2002	21 ° 38' 49" S	45 ° 22' 22" W
Paraná	Rio Grande	Rio Aiurioca	MG	58	2002	21 ° 36' 51" S	44 ° 23' 36" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Capivara	MG	59	2002	19 ° 22' 06" S	47 ° 03' 15" W
Paraná	Rio Grande	Rio São João	MG	59	2002	20 ° 37' 01" S	46 ° 50' 35" W
Paraná	Rio Grande	Rio Baependi	MG	59	2002	21 ° 51' 58" S	45 ° 02' 58" W
Paraná	Rio Grande	Rio das Mortes	MG	60	2002	21 ° 14' 57" S	43 ° 40' 46" W
Paraná	Rio Grande	Rio das Mortes	MG	60	2002	21 ° 14' 11" S	43 ° 55' 13" W
Paraná	Rio Grande	Rio Verde	MG	61	2002	21 ° 36' 42" S	45 ° 30' 54" W
Paraná	Rio Grande	Rio Grande	MG	62	2002	22 ° 02' 35" S	44 ° 19' 01" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Quebra Anzol	MG	62	2002	19 ° 18' 19" S	46 ° 50' 26" W
Paraná	Rio Grande	Rio Capivari	MG	63	2002	21 ° 13' 14" S	44 ° 52' 32" W
Paraná	Rio Grande	Rio Lambari	MG	63	2002	21 ° 46' 45" S	45 ° 12' 35" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio da Prata	MG	63	2002	18 ° 56' 11" S	49 ° 48' 36" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	MG	64	2002	19 ° 10' 33" S	46 ° 17' 16" W
Paraná	Rio Grande	Rio Grande	MG	65	2002	21 ° 10' 08" S	45 ° 07' 59" W
Paraná	Rio Grande	Rio Uberaba	MG	66	2002	19 ° 40' 09" S	47 ° 49' 40" W
Paraná	Rio Grande	Rio do Peixe	MG	66	2002	21 ° 39' 33" S	45 ° 07' 32" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí	MG	67	2002	21 ° 34' 51" S	45 ° 40' 25" W
Paraná	Rio Grande	Rio Palmela	MG	67	2002	21 ° 38' 21" S	45 ° 24' 12" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Tijuco	MG	67	2002	18 ° 56' 52" S	49 ° 27' 02" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	MG	69	2002	18 ° 25' 46" S	48 ° 04' 39" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Uberabinha	MG	69	2002	18 ° 59' 24" S	48 ° 13' 12" W
Paraná	Rio Grande	Rio Verde	MG	69	2002	22 ° 19' 58" S	44 ° 54' 34" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	MG	69	2002	18 ° 04' 24" S	47 ° 18' 14" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Araguari	MG	70	2002	19 ° 29' 15" S	47 ° 32' 53" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Santo Antônio	MG	70	2002	19 ° 03' 23" S	47 ° 06' 38" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	MG	72	2002	18 ° 25' 06" S	49 ° 12' 06" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	MG	74	2002	19 ° 03' 02" S	50 ° 30' 10" W
Paraná	Rio Grande	Rio Grande	MG	74	2002	21 ° 17' 45" S	44 ° 37' 00" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio São Domingos	MG	75	2002	19 ° 13' 21" S	50 ° 41' 03" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Araguari	MG	76	2002	18 ° 52' 41" S	48 ° 04' 59" W
Paraná	Rio Paranaíba	Rio Araguari	MG	77	2002	18 ° 35' 48" S	48 ° 30' 16" W
Paraná	Rio Grande	Rio Grande	MG	79	2002	20 ° 41' 27" S	46 ° 22' 14" W
Paraná	Rio Grande	Rio Grande	MG	81	2002	20 ° 10' 33" S	48 ° 38' 42" W
Paraná	Iguaçu	Rio Ivo	PR	20	2001	25 ° 26' 11" S	49 ° 15' 35" W
Paraná	Iguaçu	Rio Padilha	PR	20	2001	25 ° 32' 53" S	49 ° 14' 40" W
Paraná	Iguaçu	Rio Belém	PR	26	2001	25 ° 27' 00" S	49 ° 14' 56" W



REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Paraná	Iguaçu	Rio Barigüi	PR	26	2002	25 ° 30' 52" S	49 ° 20' 16" W
Paraná	Iguaçu	Rio Belém	PR	28	2001	25 ° 29' 28" S	49 ° 13' 43" W
Paraná	Iguaçu	Rio Barigüi	PR	28	2002	25 ° 36' 49" S	49 ° 21' 24" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	29	2002	25 ° 36' 01" S	49 ° 30' 48" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	31	2001	25 ° 31' 03" S	49 ° 12' 44" W
Paraná	Iguaçu	Rio Bacacheri	PR	32	2001	25 ° 23' 22" S	49 ° 13' 47" W
Paraná	Iguaçu	Rio Palmital	PR	33	2001	25 ° 23' 36" S	49 ° 10' 23" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	35	2001	25 ° 35' 56" S	49 ° 15' 39" W
Paraná	Iguaçu	Rio Bacacheri	PR	36	2001	25 ° 24' 33" S	49 ° 13' 07" W
Paraná	Iguaçu	Rio Atuba	PR	38	2001	25 ° 22' 54" S	49 ° 11' 40" W
Paraná	Tibagi	Ribeirão do Tigre	PR	41	2001	23 ° 43' 10" S	50 ° 46' 31" W
Paraná	Iguaçu	Rio Belém	PR	42	2001	25 ° 22' 44" S	49 ° 16' 00" W
Paraná	Iguaçu	Rio Atuba	PR	43	2001	25 ° 26' 33" S	49 ° 12' 00" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	43	2001	25 ° 35' 14" S	49 ° 37' 54" W
Paraná	Iguaçu	Rio Cachoeira	PR	45	2001	25 ° 20' 30" S	49 ° 11' 04" W
Paraná	Iguaçu	Rio Uvu	PR	45	2002	25 ° 25' 20" S	49 ° 18' 26" W
Paraná	Iguaçu	Rio Barigüi	PR	48	2002	25 ° 27' 01" S	49 ° 18' 52" W
Paraná	Iguaçu	Rio Timbu	PR	49	2001	25 ° 22' 16" S	49 ° 05' 09" W
Paraná	Iguaçu	Rio Palmital	PR	49	2001	25 ° 26' 35" S	49 ° 10' 02" W
Paraná	Iguaçu	Rio Itaqui	PR	50	2001	25 ° 28' 13" S	49 ° 09' 05" W
Paraná	Iguaçu	Rio Barigüi	PR	52	2002	25 ° 24' 51" S	49 ° 18' 23" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iraí	PR	53	2001	25 ° 25' 47" S	49 ° 06' 48" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	53	2001	25 ° 28' 58" S	49 ° 11' 23" W
Paraná	Iguaçu	Rio Cambuí	PR	53	2001	25 ° 30' 35" S	49 ° 32' 50" W
Paraná	Iguaçu	Rio Canguiri	PR	54	2001	25 ° 22' 39" S	49 ° 07' 12" W
Paraná	Iguaçu	Rio Itaqui	PR	55	2001	25 ° 31' 28" S	49 ° 05' 27" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	55	2001	25 ° 23' 12" S	49 ° 21' 37" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	55	2001	25 ° 32' 53" S	49 ° 53' 22" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iraí	PR	56	2001	25 ° 27' 14" S	49 ° 10' 17" W
Paraná	Iguaçu	Rio Cachoeirinha	PR	56	2001	25 ° 25' 01" S	49 ° 23' 05" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	57	2001	25 ° 25' 37" S	49 ° 23' 17" W
Paraná	Iguaçu	Rio Barigüi	PR	58	2002	25 ° 17' 12" S	49 ° 17' 12" W
Paraná	Tibagi	Rio Tibagi	PR	58	2001	23 ° 38' 60" S	50 ° 52' 59" W
Paraná	Iguaçu	Rio Ferraria	PR	59	2001	25 ° 27' 36" S	49 ° 24' 09" W
Paraná	Iguaçu	Rio dos Patos	PR	60	2001	25 ° 45' 15" S	49 ° 19' 28" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iraí	PR	63	2001	25 ° 26' 27" S	49 ° 07' 06" W
Paraná	Iguaçu	Rio Pequeno	PR	63	2001	25 ° 29' 11" S	49 ° 10' 54" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	63	2001	25 ° 21' 52" S	49 ° 20' 41" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	63	2001	25 ° 34' 28" S	49 ° 25' 47" W
Paraná	Iguaçu	Rio Negro	PR	64	2001	26 ° 06' 35" S	49 ° 48' 04" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iraizinho	PR	65	2001	25 ° 26' 21" S	49 ° 03' 26" W
Paraná	Iguaçu	Rio Verde	PR	65	2001	25 ° 34' 47" S	49 ° 34' 59" W
Paraná	Piquiri	Rio Piquiri	PR	65	2001	24 ° 37' 00" S	52 ° 55' 59" W
Paraná	Tibagi	Rio Tibagi	PR	65	2001	24 ° 31' 36" S	50 ° 24' 40" W
Paraná	Iguaçu	Rio da Várzea	PR	66	2001	25 ° 56' 44" S	49 ° 47' 29" W
Paraná	Iguaçu	Rio Palmital	PR	66	2001	26 ° 01' 49" S	51 ° 08' 30" W
Paraná	Tibagi	Rio Congonhas	PR	66	2001	23 ° 10' 00" S	50 ° 46' 59" W
Paraná	Iguaçu	Rio Negro	PR	67	2001	26 ° 05' 29" S	50 ° 20' 02" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Paraná	Iguaçu	Rio Espingarda	PR	67	2001	26 ° 10' 38" S	51 ° 13' 11" W
Paraná	Tibagi	Rio Tibagi	PR	67	2001	25 ° 04' 02" S	50 ° 23' 20" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	68	2001	25 ° 52' 32" S	50 ° 23' 22" W
Paraná	Iguaçu	Rio da Várzea	PR	68	2001	25 ° 51' 00" S	49 ° 31' 00" W
Paraná	Iguaçu	Rio Maurício	PR	69	2001	25 ° 43' 14" S	49 ° 19' 02" W
Paraná	Iguaçu	Rio Chopim	PR	69	2001	25 ° 46' 00" S	52 ° 55' 59" W
Paraná	Tibagi	Rio Taquara	PR	69	2001	23 ° 34' 59" S	51 ° 04' 59" W
Paraná	Iguaçu	Rio do Meio	PR	70	2001	25 ° 25' 27" S	49 ° 03' 11" W
Paraná	Iguaçu	Rio Cotia	PR	71	2001	25 ° 37' 19" S	49 ° 15' 03" W
Paraná	Itararé	Rio Itararé	PR	71	2001	24 ° 01' 59" S	49 ° 28' 00" W
Paraná	Ivaí	Rio dos Patos	PR	71	2001	25 ° 12' 00" S	50 ° 55' 59" W
Paraná	Piquiri	Rio Piquiri	PR	71	2001	23 ° 55' 00" S	53 ° 07' 59" W
Paraná	Piquiri	Rio Piquiri	PR	71	2001	24 ° 10' 00" S	53 ° 43' 59" W
Paraná	Iguaçu	Rio Faxinal	PR	72	2001	25 ° 39' 26" S	49 ° 22' 44" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	72	2001	26 ° 13' 37" S	51 ° 04' 48" W
Paraná	Ivaí	Rio Ivaí	PR	72	2001	23 ° 11' 58" S	53 ° 18' 56" W
Paraná	Pirapó	Rio Pirapó	PR	72	2001	22 ° 51' 25" S	52 ° 04' 41" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	73	2001	25 ° 31' 58" S	49 ° 23' 36" W
Paraná	Iguaçu	Rio Chopim	PR	73	2001	25 ° 40' 56" S	52 ° 58' 60" W
Paraná	Iguaçu	Rio Capanema	PR	73	2001	25 ° 46' 11" S	53 ° 36' 41" W
Paraná	Piquiri	Rio Piquiri	PR	73	2001	24 ° 51' 58" S	52 ° 45' 46" W
Paraná	Piquiri	Rio Cantu	PR	73	2001	24 ° 44' 55" S	52 ° 42' 10" W
Paraná	Tibagi	Rio Iapó	PR	73	2001	24 ° 45' 00" S	50 ° 05' 21" W
Paraná	Iguaçu	Rio Pequeno	PR	74	2001	25 ° 31' 09" S	49 ° 08' 48" W
Paraná	Iguaçu	Rio Miringuava Mirim	PR	74	2001	25 ° 37' 33" S	49 ° 10' 24" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	74	2001	25 ° 18' 29" S	49 ° 21' 58" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	74	2001	25 ° 20' 46" S	49 ° 20' 27" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	74	2001	25 ° 25' 46" S	49 ° 23' 35" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	74	2001	26 ° 01' 09" S	50 ° 35' 33" W
Paraná	Iguaçu	Rio Jangada	PR	74	2001	26 ° 23' 13" S	51 ° 16' 18" W
Paraná	Iguaçu	Rio das Pedras	PR	74	2001	25 ° 23' 52" S	51 ° 26' 09" W
Paraná	Iguaçu	Rio das Pedras	PR	74	2001	25 ° 23' 52" S	51 ° 26' 09" W
Paraná	Iguaçu	Rio Piraquara	PR	75	2001	25 ° 29' 22" S	49 ° 05' 25" W
Paraná	Iguaçu	Rio Tumiri	PR	75	2001	25 ° 18' 28" S	49 ° 11' 14" W
Paraná	Iguaçu	Rio Negro	PR	75	2001	26 ° 09' 17" S	49 ° 22' 50" W
Paraná	Piquiri	Rio Xambrê	PR	75	2001	23 ° 58' 17" S	53 ° 45' 00" W
Paraná	Tibagi	Rio Jacutinga	PR	75	2001	23 ° 14' 54" S	51 ° 04' 01" W
Paraná	Iguaçu	Rio Piraquara	PR	76	2001	25 ° 27' 02" S	49 ° 07' 16" W
Paraná	Ivaí	Rio Corumbataí	PR	76	2001	24 ° 01' 00" S	51 ° 57' 00" W
Paraná	Ivaí	Rio Corumbataí	PR	76	2001	24 ° 03' 00" S	51 ° 57' 00" W
Paraná	Tibagi	Ribeirão Cafezal	PR	76	2001	23 ° 20' 41" S	51 ° 17' 50" W
Paraná	Cinzas	Rio Laranjinha	PR	77	2001	23 ° 23' 60" S	50 ° 27' 00" W
Paraná	Iguaçu	Rio Maurício	PR	77	2001	25 ° 38' 45" S	49 ° 21' 33" W
Paraná	Iguaçu	Rio Santo Antônio	PR	77	2001	25 ° 44' 46" S	53 ° 50' 25" W
Paraná	Tibagi	Rio Pardo	PR	77	2001	24 ° 44' 37" S	48 ° 30' 17" W
Paraná	Cinzas	Rio das Cinzas	PR	78	2001	23 ° 46' 00" S	49 ° 57' 00" W
Paraná	Iguaçu	Rio Jordão	PR	78	2001	25 ° 32' 11" S	51 ° 49' 06" W
Paraná	Iguaçu	Rio Jordão	PR	78	2001	25 ° 32' 11" S	51 ° 49' 06" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Paraná	Iguaçu	Rio Chopim	PR	78	2001	26 ° 01' 45" S	52 ° 37' 42" W
Paraná	Itararé	Rio Jaguariaíva	PR	78	2001	23 ° 58' 00" S	49 ° 34' 59" W
Paraná	Tibagi	Rio Tibagi	PR	78	2001	23 ° 16' 59" S	50 ° 58' 00" W
Paraná	Iguaçu	Rio Vitorino	PR	79	2001	26 ° 03' 01" S	52 ° 48' 03" W
Paraná	Iguaçu	Rio Santana	PR	79	2001	25 ° 54' 54" S	52 ° 50' 58" W
Paraná	Iguaçu	Rio Pequeno	PR	81	2001	25 ° 34' 03" S	49 ° 00' 01" W
Paraná	Iguaçu	Rio Jordão	PR	81	2001	25 ° 38' 17" S	51 ° 58' 02" W
Paraná	Tibagi	Rio Tibagi	PR	81	2001	24 ° 56' 38" S	50 ° 23' 26" W
Paraná	Tibagi	Ribeirão Cafezal	PR	81	2001	23 ° 21' 28" S	51 ° 11' 38" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	82	2001	25 ° 33' 35" S	53 ° 50' 40" W
Paraná	Ivaí	Rio Ivaí	PR	82	2001	24 ° 03' 00" S	51 ° 37' 00" W
Paraná	Ivaí	Rio Ivaí	PR	82	2001	23 ° 19' 23" S	52 ° 39' 52" W
Paraná	Paranapanema	Paranapanema	PR	82	2001	22 ° 40' 00" S	51 ° 23' 60" W
Paraná	Piquiri	Rio Piquiri	PR	83	2001	24 ° 23' 60" S	53 ° 08' 60" W
Paraná	Iguaçu	Rio Iguaçu	PR	84	2001	25 ° 37' 00" S	54 ° 28' 59" W
Paraná	Ivaí	Rio Ivaí	PR	84	2001	23 ° 40' 00" S	52 ° 07' 00" W
Paraná	Piquiri	Rio Piquiri	PR	84	2001	24 ° 31' 00" S	53 ° 10' 00" W
Paraná	Iguaçu	Rio Passaúna	PR	86	2001	25 ° 31' 56" S	49 ° 23' 32" W
Paraná	Rio Tietê	Rib. dos Meninos	SP	15	2002	23 ° 31' 36" S	46 ° 33' 36" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tamanduateí	SP	15	2002	23 ° 36' 48" S	46 ° 32' 44" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tamanduateí	SP	15	2002	23 ° 31' 36" S	46 ° 37' 55" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Pinheiros	SP	16	2002	23 ° 32' 03" S	46 ° 44' 58" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Edgar de Souza	SP	16	2002	23 ° 27' 27" S	46 ° 54' 41" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	16	2002	23 ° 31' 23" S	46 ° 44' 53" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Aricanduva	SP	18	2002	23 ° 31' 28" S	46 ° 33' 32" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	19	2002	23 ° 31' 31" S	46 ° 33' 33" W
Paraná	Rio Tietê	Res. de Rasgão	SP	19	2002	23 ° 23' 08" S	47 ° 01' 50" W
Paraná	Rio Tietê	Res. de Pirapora	SP	20	2002	23 ° 23' 38" S	46 ° 59' 45" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	21	2002	23 ° 31' 18" S	46 ° 37' 51" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Jundiáí	SP	22	2002	23 ° 12' 36" S	47 ° 17' 27" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	22	2002	23 ° 28' 45" S	46 ° 30' 02" W
Paraná	Rio Grande	Rio Preto	SP	22	2002	20 ° 37' 49" S	49 ° 21' 28" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Juqueri	SP	26	2002	23 ° 24' 20" S	46 ° 50' 13" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	27	2002	23 ° 30' 11" S	46 ° 20' 12" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Capivari	SP	28	2002	22 ° 57' 33" S	47 ° 17' 51" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Baquirivu-Guaçu	SP	28	2002	23 ° 25' 00" S	46 ° 23' 09" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	31	2002	23 ° 05' 12" S	47 ° 40' 41" W
Paraná	Rio Grande	Rib. São Domingos	SP	31	2002	21 ° 03' 11" S	49 ° 03' 52" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	SP	33	2002	22 ° 41' 12" S	47 ° 34' 35" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Pinheiros	SP	33	2002	23 ° 42' 18" S	46 ° 40' 32" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Sorocaba	SP	33	2002	23 ° 28' 41" S	47 ° 26' 38" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Jaguari	SP	34	2002	22 ° 52' 21" S	46 ° 36' 20" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	SP	35	2002	22 ° 42' 25" S	47 ° 38' 35" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	35	2002	22 ° 57' 24" S	47 ° 49' 23" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Sorocaba	SP	35	2002	23 ° 24' 29" S	47 ° 28' 48" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Jundiáí	SP	36	2002	23 ° 06' 25" S	47 ° 10' 23" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	SP	37	2002	22 ° 41' 30" S	47 ° 23' 08" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	37	2002	23 ° 11' 57" S	47 ° 19' 26" W



REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	SP	38	2002	22 ° 41' 20" S	47 ° 46' 23" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Corumbataí	SP	42	2002	22 ° 30' 32" S	47 ° 37' 14" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Jundiá	SP	44	2002	23 ° 12' 14" S	46 ° 46' 23" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Atibaia	SP	46	2002	22 ° 45' 47" S	47 ° 09' 18" W
Paraná	Rio Grande	Rib. dos Bagres	SP	46	2002	20 ° 37' 50" S	47 ° 28' 18" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Embu-Mirim	SP	47	2002	23 ° 43' 14" S	46 ° 47' 07" W
Paraná	Rio Grande	Ribeirão da Onça	SP	47	2002	21 ° 04' 44" S	48 ° 48' 07" W
Paraná	Rio Paraná	Rio do Peixe	SP	47	2002	22 ° 18' 15" S	50 ° 02' 60" W
Paraná	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí-Guaçu	SP	49	2002	22 ° 42' 09" S	45 ° 32' 35" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Atibaia	SP	49	2002	22 ° 54' 18" S	46 ° 58' 26" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Grande	SP	50	2002	23 ° 44' 45" S	46 ° 24' 15" W
Paraná	Rio Paraná	Rio Sto. Anastácio	SP	50	2002	22 ° 01' 24" S	51 ° 53' 26" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Capivari	SP	51	2002	22 ° 58' 58" S	47 ° 42' 54" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Sorocaba	SP	51	2002	23 ° 01' 22" S	47 ° 49' 10" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Jacaré-Guaçu	SP	51	2002	21 ° 53' 40" S	48 ° 15' 10" W
Paraná	Rio Pardo	Rio Pardo	SP	52	2002	20 ° 58' 06" S	48 ° 01' 40" W
Paraná	Rio Tietê	Rib. dos Cristais	SP	52	2002	23 ° 20' 03" S	46 ° 49' 33" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Sorocaba	SP	53	2002	23 ° 10' 21" S	47 ° 47' 47" W
Paraná	Rio Grande	Rio Pardo	SP	53	2002	20 ° 26' 35" S	48 ° 27' 06" W
Paraná	Rio Grande	Rio Preto	SP	53	2002	20 ° 17' 48" S	49 ° 38' 15" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Guarapiranga	SP	54	2002	23 ° 45' 15" S	46 ° 43' 36" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Jacaré-Guaçu	SP	55	2002	21 ° 49' 32" S	48 ° 49' 57" W
Paraná	Rio Paranapanema	Rio Taquari	SP	55	2002	23 ° 58' 14" S	48 ° 54' 33" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Atibaia	SP	56	2002	23 ° 06' 23" S	46 ° 32' 47" W
Paraná	Rio Grande	Res. do Rio Preto	SP	56	2002	20 ° 48' 33" S	49 ° 22' 33" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	SP	57	2002	22 ° 42' 23" S	47 ° 19' 13" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Camanducaia	SP	58	2002	22 ° 39' 51" S	47 ° 00' 15" W
Paraná	Rio Paranapanema	Rio Pardo	SP	58	2002	22 ° 57' 14" S	49 ° 52' 01" W
Paraná	Rio Pardo	Rio Pardo	SP	59	2002	21 ° 05' 33" S	47 ° 45' 24" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Embu-Guaçu	SP	59	2002	23 ° 49' 33" S	46 ° 48' 32" W
Paraná	Rio Grande	Mogi-Guaçu	SP	59	2002	21 ° 01' 13" S	48 ° 10' 45" W
Paraná	Rio Paraná	Rio do Peixe	SP	59	2002	21 ° 36' 25" S	51 ° 14' 17" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Jaguari	SP	60	2002	22 ° 41' 56" S	47 ° 09' 06" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Jaguari	SP	60	2002	22 ° 39' 25" S	47 ° 16' 23" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	60	2002	23 ° 32' 54" S	46 ° 08' 08" W
Paraná	Rio Grande	Mogi-Guaçu	SP	60	2002	22 ° 17' 33" S	47 ° 07' 35" W
Paraná	Rio Grande	Rio Turvo	SP	60	2002	20 ° 44' 35" S	49 ° 06' 20" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí-Mirim	SP	61	2002	20 ° 38' 39" S	47 ° 40' 55" W
Paraná	Rio Grande	Rio Mogi-Guaçu	SP	61	2002	22 ° 15' 47" S	46 ° 43' 14" W
Paraná	Rio Tietê	Braço do Tietê	SP	61	2002	22 ° 40' 23" S	48 ° 14' 26" W
Paraná	Rio Grande	Rio Sapucaí-Mirim	SP	63	2002	20 ° 38' 40" S	47 ° 40' 55" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Jacaré-Pepira	SP	64	2002	22 ° 04' 44" S	48 ° 26' 30" W
Paraná	Rio Grande	Rio Turvo	SP	64	2002	20 ° 25' 12" S	49 ° 16' 12" W
Paraná	Rio Grande	Mogi-Guaçu	SP	65	2002	21 ° 56' 22" S	47 ° 19' 03" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Batalha	SP	65	2002	21 ° 53' 20" S	49 ° 14' 11" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Pirá	SP	66	2002	23 ° 11' 12" S	47 ° 14' 44" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Billings	SP	67	2002	23 ° 47' 11" S	46 ° 38' 48" W
Paraná	Rio Tietê	Reserv. Rio Grande	SP	67	2002	23 ° 44' 22" S	46 ° 26' 44" W

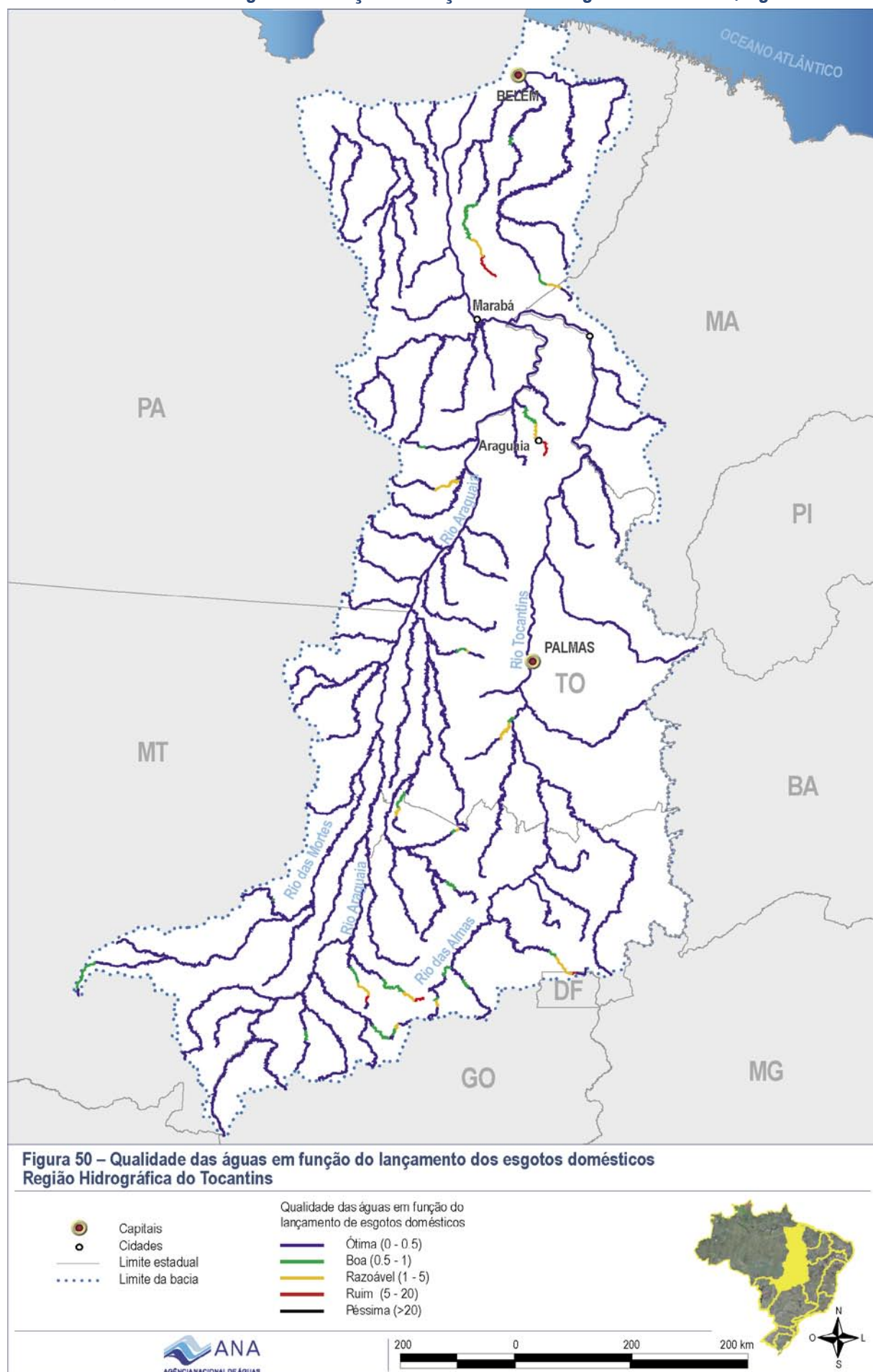
REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
Paraná	Rio Paraná	Rio São José dos Dourados	SP	67	2002	20 ° 30' 30" S	50 ° 31' 08" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Biritiba-Mirim	SP	68	2002	23 ° 34' 09" S	46 ° 05' 35" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	68	2002	23 ° 34' 05" S	46 ° 01' 05" W
Paraná	Rio Tietê	Córrego Ipanema	SP	68	2002	23 ° 23' 60" S	47 ° 35' 35" W
Paraná	Rio Paranapanema	Rio Paranapanema	SP	68	2002	23 ° 35' 17" S	48 ° 29' 17" W
Paraná	Rio Paraná	Rio Aguapeí	SP	69	2002	21 ° 40' 35" S	50 ° 35' 21" W
Paraná	Rio Paranapanema	Rio Itararé	SP	70	2002	23 ° 43' 19" S	49 ° 33' 03" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Taiaçupeba	SP	71	2002	23 ° 37' 13" S	46 ° 18' 42" W
Paraná	Rio Paranapanema	Rio Paranapanema	SP	71	2002	22 ° 59' 53" S	49 ° 54' 27" W
Paraná	Rio Paraná	Rio Aguapeí	SP	71	2002	21 ° 13' 14" S	51 ° 29' 52" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Barra Bonita	SP	73	2002	22 ° 33' 21" S	48 ° 27' 14" W
Paraná	Rio Tietê	Reserv. Rio Grande	SP	74	2002	23 ° 46' 15" S	46 ° 32' 03" W
Paraná	Rio Tietê	Res. de Tanque Grande	SP	74	2002	23 ° 22' 37" S	46 ° 27' 34" W
Paraná	Rio Paraná	Rio Paraná	SP	74	2002	20 ° 47' 26" S	51 ° 37' 23" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Guarapiranga	SP	76	2002	23 ° 40' 27" S	46 ° 43' 40" W
Paraná	Rio Pardo	Rio Pardo	SP	77	2002	21 ° 34' 18" S	46 ° 50' 04" W
Paraná	Rio Tietê	Braço do Taquacetuba	SP	77	2002	23 ° 50' 40" S	46 ° 39' 20" W
Paraná	Rio Pardo	Rio Pardo	SP	78	2002	22 ° 42' 11" S	45 ° 07' 09" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	78	2002	22 ° 30' 14" S	48 ° 32' 29" W
Paraná	Rio Paranapanema	Rio Paranapanema	SP	78	2002	22 ° 39' 39" S	51 ° 23' 17" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Jundiá	SP	79	2002	23 ° 39' 06" S	46 ° 11' 56" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Billings	SP	79	2002	23 ° 47' 26" S	46 ° 35' 53" W
Paraná	Rio Paranapanema	Rio Paranapanema	SP	79	2002	22 ° 35' 49" S	52 ° 52' 27" W
Paraná	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	SP	81	2002	22 ° 37' 26" S	48 ° 10' 15" W
Paraná	Rio Tietê	Res. do Juqueri	SP	81	2002	23 ° 20' 25" S	46 ° 39' 45" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	81	2002	21 ° 45' 30" S	48 ° 59' 39" W
Paraná	Rio Tietê	Rio Tietê	SP	81	2002	21 ° 17' 48" S	49 ° 47' 42" W
Paraná	Rio Tietê	Res. de Três Irmãos	SP	82	2002	21 ° 02' 53" S	50 ° 28' 03" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Billings	SP	83	2002	23 ° 49' 15" S	46 ° 31' 30" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Barra Bonita	SP	83	2002	22 ° 36' 18" S	48 ° 21' 37" W
Paraná	Rio Tietê	Res. de Três Irmãos	SP	84	2002	20 ° 39' 34" S	51 ° 08' 48" W
Paraná	Rio Grande	Rio Grande	SP	85	2002	20 ° 01' 27" S	48 ° 14' 03" W
Paraná	Rio Paraná	Rio Paraná	SP	88	2002	22 ° 28' 36" S	52 ° 57' 25" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Itupararanga	SP	89	2002	23 ° 36' 47" S	47 ° 24' 06" W
Paraná	Rio Paranapanema	Res. Jurumirim	SP	89	2002	23 ° 15' 29" S	49 ° 00' 05" W
Paraná	Rio Tietê	Res. Itupararanga	SP	90	2002	23 ° 36' 29" S	47 ° 17' 51" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	43	2001	12 ° 41' 21" S	43 ° 11' 27" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	44	2001	11 ° 45' 56" S	41 ° 54' 55" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	48	2001	12 ° 11' 15" S	43 ° 13' 27" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	49	2001	13 ° 15' 17" S	43 ° 26' 05" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Salitre	BA	54	2001	09 ° 26' 23" S	40 ° 49' 54" W
São Francisco	Rio São Francisco	Curva da Serra, Cavalo	BA	55	2001	11 ° 19' 05" S	41 ° 22' 30" W
São Francisco	Rio São Francisco	Captação de Canarana	BA	55	2001	11 ° 40' 52" S	41 ° 46' 29" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Verde	BA	56	2001	10 ° 59' 4" S	42 ° 20' 36" W
São Francisco	Rio São Francisco	Jusante de Itaguaçu	BA	56	2001	10 ° 59' 4" S	42 ° 20' 35" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	57	2001	9 ° 05' 36" S	40 ° 06' 00" W
São Francisco	Rio São Francisco	Bairro Bebedouro	BA	58	2001	10 ° 54' 36 "S	42 ° 16' 40" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	60	2001	9 ° 24' 44" S	40 ° 29' 47" W
São Francisco	Rio São Francisco	Município de América Dourada	BA	61	2001	11 ° 26' 43" S	41 ° 24' 52" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Grande	BA	64	2001	11 ° 09' 17" S	43 ° 22' 16" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	65	2001	13 ° 05' 19" S	43 ° 27' 50" W
São Francisco	Rio São Francisco	Barragem de Itaparica	BA	67	2001	9 ° 20' 24" S	38 ° 15' 40" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	68	2001	10 ° 48' 49" S	42 ° 43' 36" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Grande	BA	69	2001	12 ° 08' 56" S	45 ° 00' 09" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	69	2001	9 ° 26' 23" S	40 ° 49' 54" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	70	2001	14 ° 19' 56" S	43 ° 46' 17" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Corrente	BA	70	2001	13 ° 20' 30" S	44 ° 38' 28" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	71	2001	14 ° 18' 32" S	43 ° 45' 59" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Corrente	BA	71	2001	13 ° 24' 03" S	44 ° 11' 53" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	72	2001	8 ° 59' 39" S	39 ° 54' 41" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	72	2001	11 ° 04' 45" S	43 ° 07' 34" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio de Ondas	BA	72	2001	12 ° 07' 23" S	45 ° 05' 13" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Corrente	BA	73	2001	13 ° 23' 53" S	44 ° 20' 10" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Grande	BA	74	2001	11 ° 05' 33" S	43 ° 08' 25" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Carinhonha	BA	76	2001	14 ° 20' 13" S	43 ° 47' 07" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	BA	76	2001	9 ° 17' 34" S	40 ° 18' 58" W
São Francisco	Rio São Francisco	Complexo Paulo Afonso	BA	78	2001	9 ° 25' 47" S	38 ° 13' 01" W
São Francisco	Rio São Francisco	Complexo Paulo Afonso	BA	79	2001	9 ° 22' 37" S	38 ° 13' 59" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Corrente	BA	79	2001	13 ° 08' 58" S	43 ° 32' 26" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio de Ondas	BA	81	2001	12 ° 07' 23" S	45 ° 05' 13" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão Arrudas	MG	17	2002	19 ° 53' 25" S	43 ° 52' 10" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão do Onça	MG	19	2002	19 ° 50' 15" S	43 ° 55' 27" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	21	2002	19 ° 42' 00" S	43 ° 49' 00" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	22	2002	19 ° 48' 02 "S	43 ° 52' 13" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	24	2002	19 ° 32' 25" S	43 ° 54' 07" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Betim	MG	24	2002	19 ° 57' 58" S	44 ° 15' 54" W
São Francisco	Rio Grande	Rio do Vieira	MG	28	2002	16 ° 36' 16" S	43 ° 44' 31" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	30	2002	19 ° 51' 00" S	43 ° 52' 00" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	31	2002	19 ° 16' 53" S	44 ° 00' 50" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão das Neves	MG	35	2002	19 ° 37' 46" S	44 ° 02' 08" W
São Francisco	Rio Pará	Ribeirão Paciência	MG	36	2002	19 ° 47' 21" S	44 ° 42' 27" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão da Mata	MG	37	2002	19 ° 42' 00" S	43 ° 52' 59" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Maranhão	MG	39	2002	20 ° 35' 53" S	43 ° 48' 41" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão Água Suja	MG	39	2002	20 ° 00' 07" S	43 ° 53' 17" W
São Francisco	Rio Pará	Rio São João	MG	40	2002	20 ° 04' 05" S	44 ° 36' 39" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rib. Marmelada	MG	45	2002	19 ° 09' 45" S	45 ° 26' 09" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão Sabará	MG	45	2002	19 ° 52' 56" S	43 ° 48' 18" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Maranhão	MG	46	2002	20 ° 30' 32" S	43 ° 54' 10" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	46	2002	19 ° 01' 09" S	44 ° 02' 29" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio Itabira	MG	48	2002	20 ° 13' 59" S	43 ° 47' 60" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	49	2002	19 ° 58' 45" S	43 ° 49' 04" W



REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	50	2002	20 ° 31' 10" S	43 ° 58' 51" W
São Francisco	Rio Urucuia	Ribeirão das Almas	MG	50	2002	16 ° 34' 31" S	45 ° 59' 05" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	51	2002	19 ° 56' 56" S	43 ° 49' 03" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	52	2002	18 ° 40' 39" S	44 ° 12' 42" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Itapecerica	MG	54	2002	20 ° 07' 15" S	44 ° 52' 45" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Ribeirão Sarzedo	MG	54	2002	20 ° 03' 10" S	44 ° 12' 06" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	55	2002	18 ° 13' 01" S	44 ° 21' 27" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	56	2002	19 ° 57' 33" S	44 ° 18' 29" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	56	2002	20 ° 06' 01" S	44 ° 13' 05" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Camapuã	MG	57	2002	20 ° 32' 43" S	43 ° 59' 21" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	57	2002	19 ° 24' 54" S	44 ° 32' 60" W
São Francisco	Rio São Francisco	Ribeirão Sucuriá	MG	58	2002	18 ° 43' 19" S	45 ° 28' 55" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	58	2002	18 ° 18' 34" S	44 ° 14' 36" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	59	2002	20 ° 24' 51" S	44 ° 01' 31" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Ribeirão dos Macacos	MG	59	2002	19 ° 25' 39" S	44 ° 32' 44" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	59	2002	20 ° 07' 59" S	43 ° 47' 60" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão Santo Antônio	MG	59	2002	18 ° 43' 13" S	44 ° 14' 03" W
São Francisco	Rio Grande	Rio Verde Grande	MG	59	2002	16 ° 10' 55" S	43 ° 46' 26" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	60	2002	19 ° 40' 23" S	44 ° 29' 21" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	60	2002	20 ° 03' 50" S	43 ° 49' 04" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio Taquaraçu	MG	61	2002	19 ° 36' 40" S	43 ° 47' 00" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Preto	MG	61	2002	20 ° 08' 34" S	45 ° 35' 30" W
São Francisco	Rio das Velhas	Ribeirão Jequitibá	MG	61	2002	19 ° 15' 09" S	44 ° 02' 54" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	62	2002	20 ° 36' 24" S	43 ° 54' 57" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Pará	MG	62	2002	20 ° 37' 55" S	44 ° 25' 51" W
São Francisco	Rio Grande	Rio Verde Grande	MG	62	2002	15 ° 20' 51" S	43 ° 40' 48" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	63	2002	20 ° 02' 35" S	44 ° 15' 34" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio Paraúna	MG	63	2002	18 ° 39' 11" S	44 ° 03' 02" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Miguel	MG	63	2002	20 ° 14' 25" S	45 ° 40' 00" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	63	2002	17 ° 18' 24" S	44 ° 56' 24" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Ribeirão Grande	MG	63	2002	19 ° 49' 24" S	44 ° 23' 30" W
São Francisco	Rio Urucuia	Rio Urucuia	MG	64	2002	15 ° 37' 03" S	46 ° 25' 05" W
São Francisco	Rio Paracatu	Rio da Prata	MG	64	2002	17 ° 40' 23" S	46 ° 21' 25" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	64	2002	15 ° 06' 05" S	44 ° 05' 44" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	64	2002	14 ° 45' 15" S	43 ° 56' 26" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	65	2002	15 ° 29' 53" S	44 ° 21' 24" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	65	2002	20 ° 10' 33" S	45 ° 43' 36" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	65	2002	20 ° 12' 01" S	44 ° 07' 39" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	MG	65	2002	19 ° 09' 58" S	44 ° 42' 4" W
São Francisco	Rio Paracatu	Rio Paracatu	MG	65	2002	16 ° 35' 30" S	45 ° 07' 59" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Pará	MG	66	2002	20 ° 24' 33" S	44 ° 38' 09" W
São Francisco	Rio Grande	Rio Gorutuba	MG	66	2002	15 ° 13' 59" S	43 ° 19' 30" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Picão	MG	66	2002	19 ° 17' 27" S	45 ° 08' 53" W
São Francisco	Rio Paracatu	Rio Preto	MG	66	2002	16 ° 41' 44" S	46 ° 29' 20" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Borrachudo	MG	66	2002	18 ° 27' 56" S	45 ° 38' 49" W
São Francisco	Rio Pará	Rio São João	MG	67	2002	19 ° 43' 42" S	44 ° 51' 47" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	67	2002	15 ° 57' 32" S	44 ° 52' 06" W

REGIÃO HIDROGRÁFICA	BACIA	CORPO D'ÁGUA	ESTADO	IQA	ANO	LATITUDE	LONGITUDE
São Francisco	Rio Paracatu	Rio do Sono	MG	67	2002	17 ° 21' 06" S	45 ° 32' 29" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	67	2002	18 ° 11' 50" S	45 ° 15' 11" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	68	2002	16 ° 22' 24" S	45 ° 04' 32" W
São Francisco	Rio Grande	Rio Gorutuba	MG	68	2002	15 ° 44' 48" S	43 ° 18' 37" W
São Francisco	Rio Paracatu	Rio Paracatu	MG	68	2002	17 ° 30' 14" S	46 ° 34' 28" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	68	2002	16 ° 52' 15" S	44 ° 55' 36" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	68	2002	17 ° 12' 43" S	44 ° 49' 30" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio Bicudo	MG	69	2002	18 ° 07' 45" S	44 ° 32' 21" W
São Francisco	Rio Paracatu	Córrego Rico	MG	69	2002	17 ° 18' 28" S	46 ° 46' 27" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	70	2002	17 ° 36' 42" S	44 ° 42' 07" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	70	2002	19 ° 10' 09" S	45 ° 06' 28" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Pará	MG	70	2002	19 ° 42' 06" S	44 ° 56' 17" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio Cipó	MG	70	2002	18 ° 41' 07" S	44 ° 00' 11" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Itapeçerica	MG	71	2002	20 ° 13' 03" S	44 ° 55' 00" W
São Francisco	Rio Paracatu	Rio Paracatu	MG	71	2002	17 ° 02' 33" S	46 ° 01' 27" W
São Francisco	Rio Urucuia	Rio Urucuia	MG	72	2002	16 ° 08' 06" S	45 ° 54' 20" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	72	2002	19 ° 17' 11" S	45 ° 17' 02" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Pará	MG	72	2002	20 ° 06' 19" S	44 ° 50' 11" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Lambari	MG	73	2002	19 ° 32' 22" S	45 ° 01' 33" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Abaeté	MG	73	2002	18 ° 07' 05" S	45 ° 28' 18" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Jequitaiá	MG	73	2002	17 ° 05' 16" S	44 ° 45' 45" W
São Francisco	Rio das Velhas	Rio das Velhas	MG	73	2002	20 ° 12' 38" S	43 ° 44' 31" W
São Francisco	Rio Pará	Ribeirão Paiol	MG	73	2002	20 ° 31' 03" S	44 ° 37' 09" W
São Francisco	Rio Pará	Rio Pará	MG	73	2002	19 ° 15' 31" S	45 ° 07' 38" W
São Francisco	Rio Grande	Rio Verde Grande	MG	73	2002	16 ° 46' 54" S	43 ° 41' 26" W
São Francisco	Rio Grande	Rio Verde Grande	MG	75	2002	14 ° 55' 36" S	43 ° 30' 06" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio Indaiá	MG	78	2002	18 ° 41' 12" S	45 ° 34' 32" W
São Francisco	Rio São Francisco	Rio São Francisco	MG	78	2002	20 ° 20' 03" S	46 ° 28' 10" W
São Francisco	Rio Paraopeba	Rio Betim	MG	80	2002	19 ° 54' 41" S	44 ° 10' 23" W





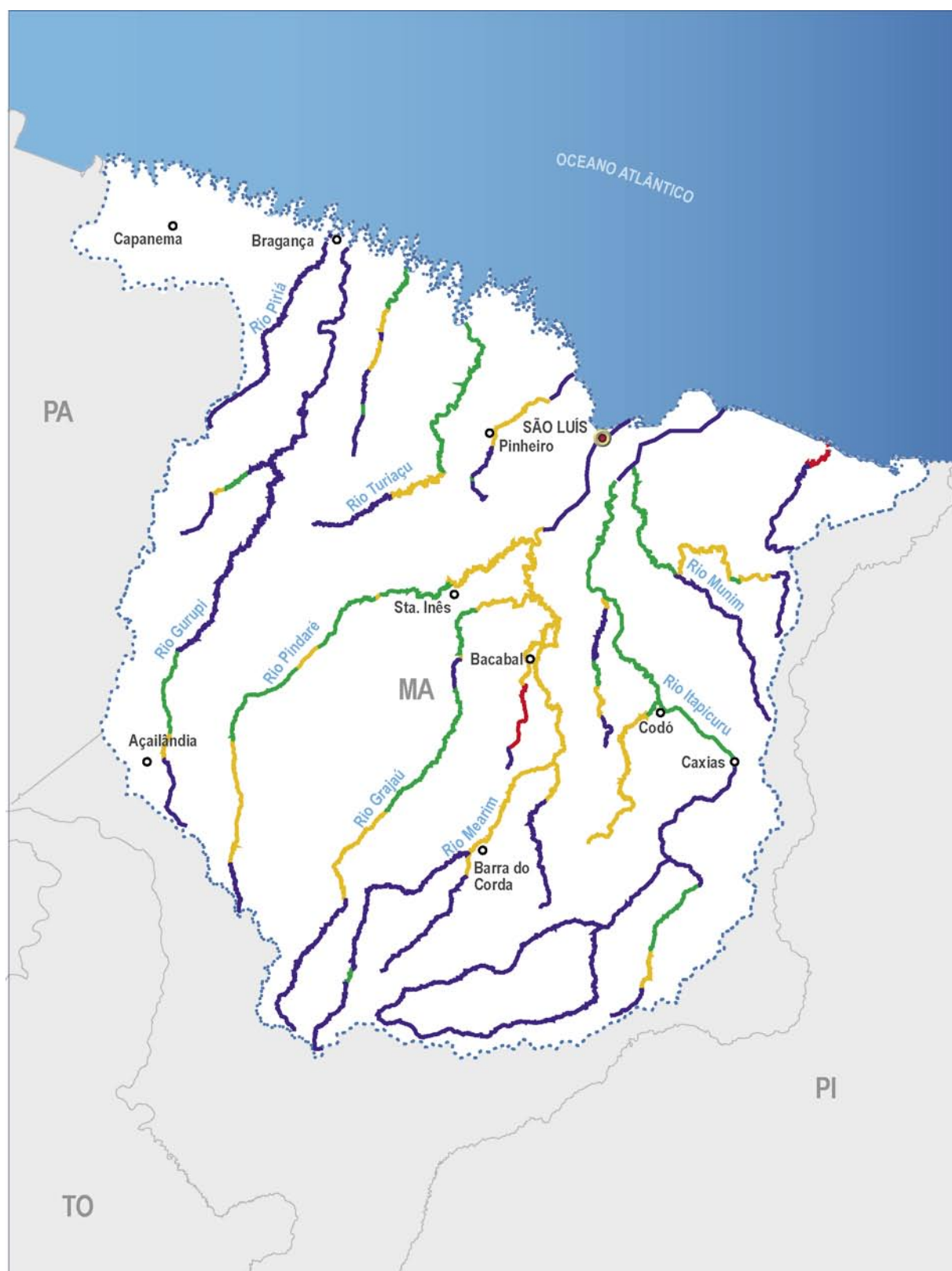


Figura 51 – Qualidade das águas em função do lançamento dos esgotos domésticos  
Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental

- Capitais
- Cidades
- Limite estadual
- Limite da bacia

Qualidade das águas em função do lançamento de esgotos domésticos

- Ótima (0 - 0,5)
- Boa (0,5 - 1)
- Razoável (1 - 5)
- Ruim (5 - 20)
- Péssima (>20)



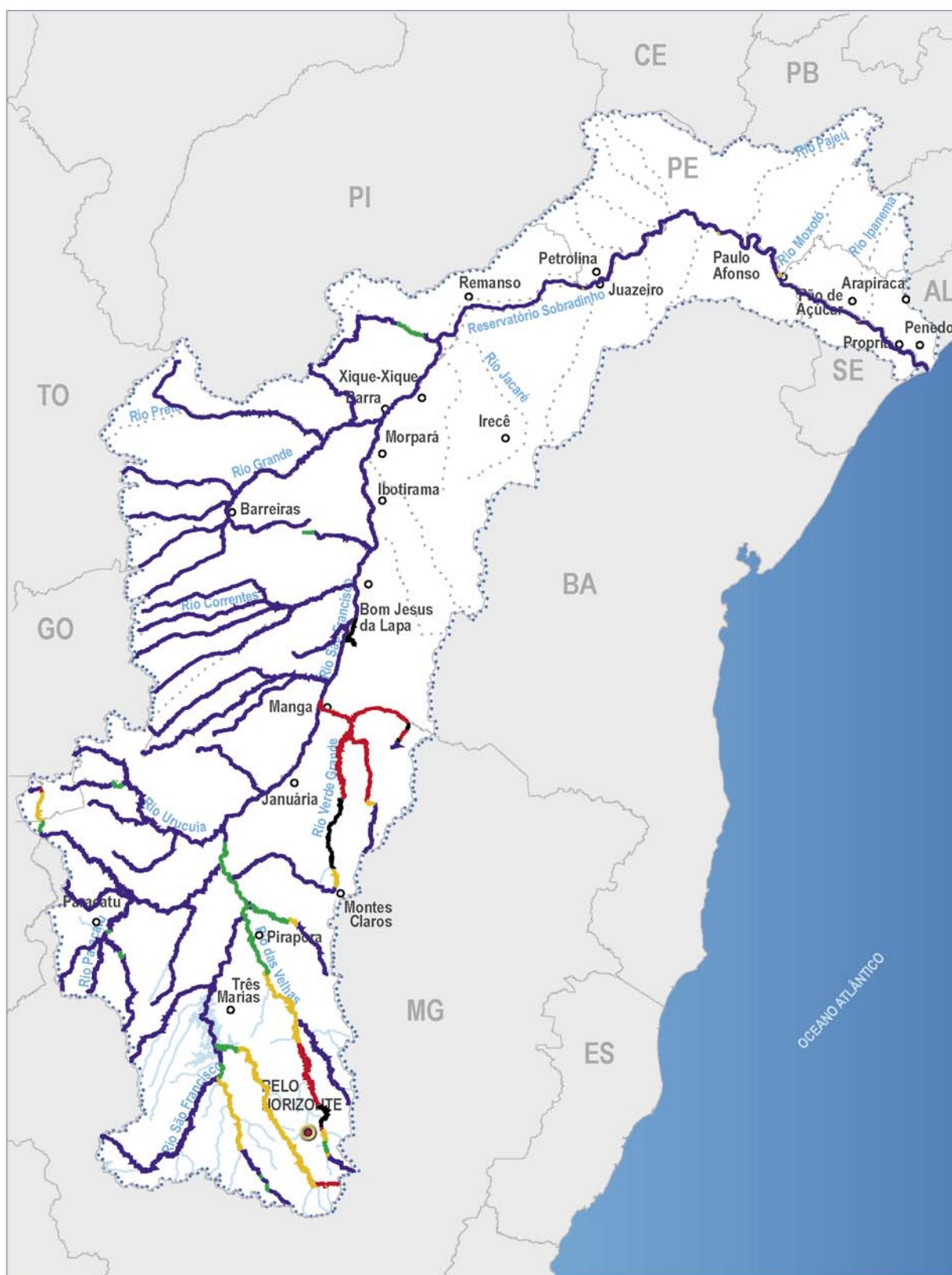
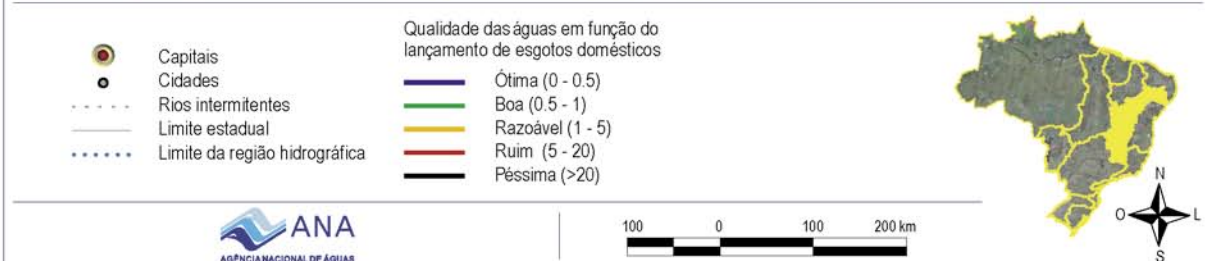
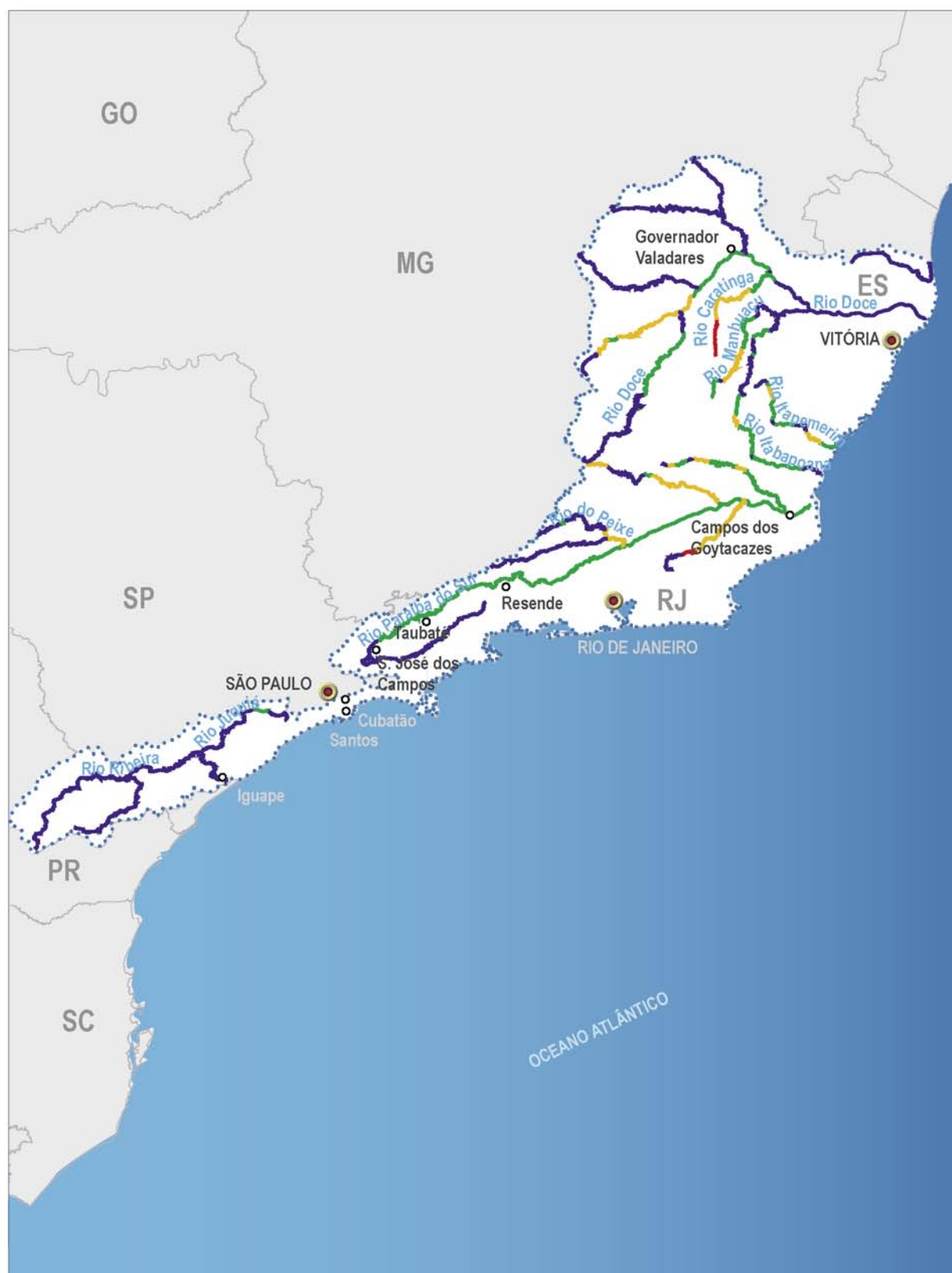


Figura 52 – Qualidade das águas em função do lançamento dos esgotos domésticos – Região Hidrográfica do São Francisco





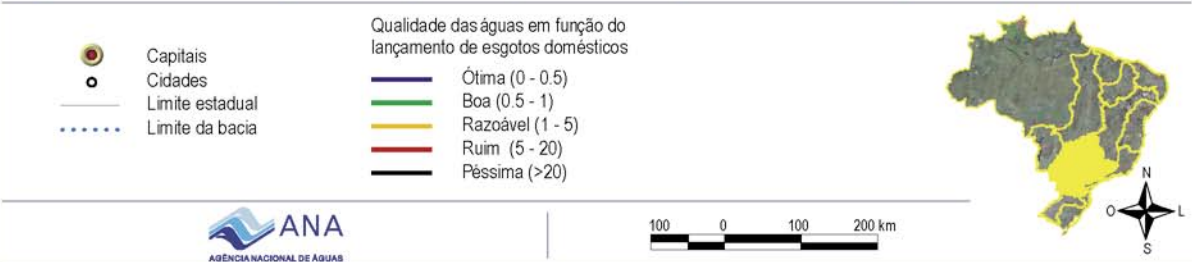
**Figura 53 – Qualidade das águas em função do lançamento dos esgotos domésticos  
Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**

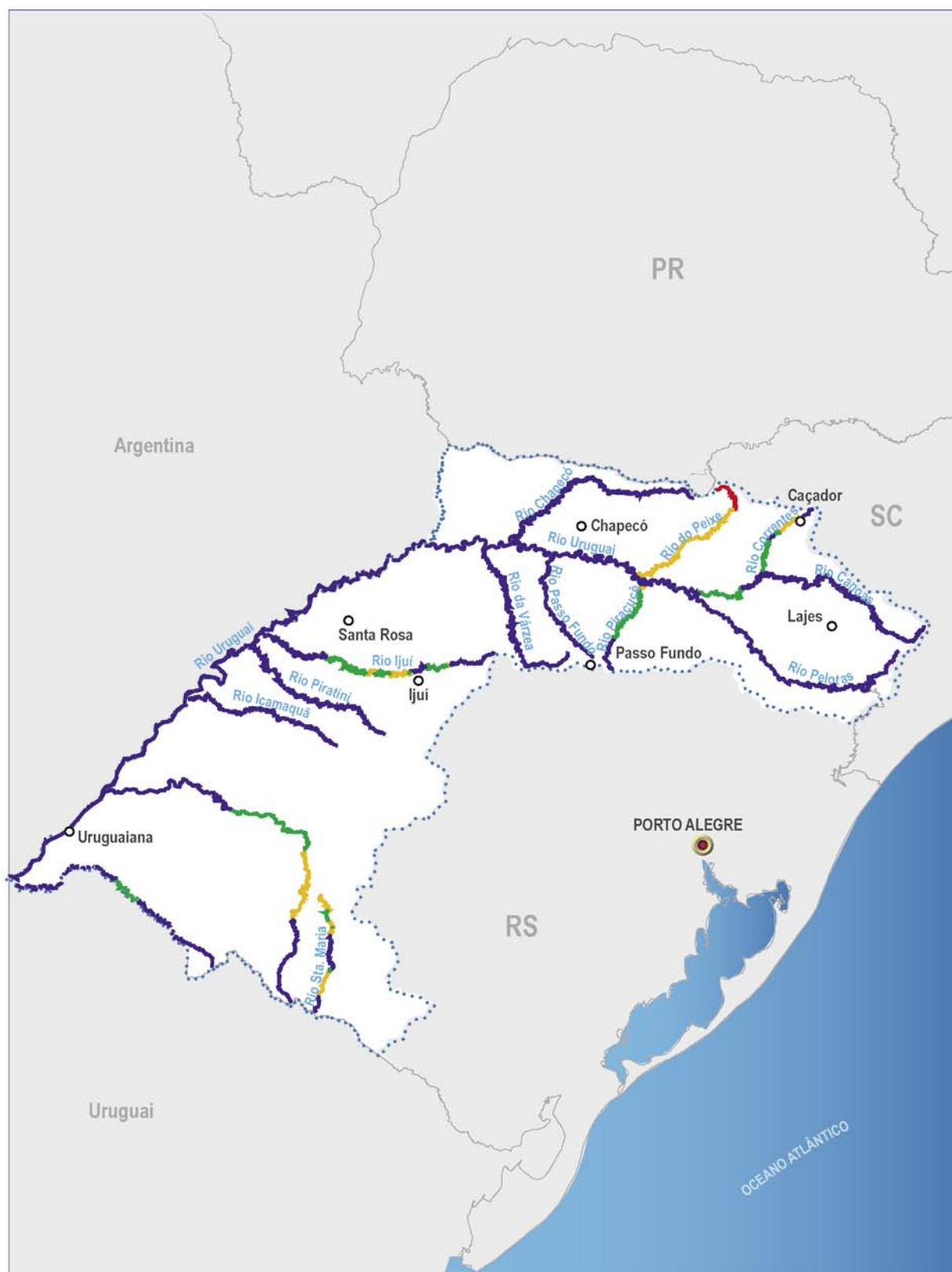
- Capitais
- Cidades
- Limite estadual
- Limite da bacia

- Qualidade das águas em função do lançamento de esgotos domésticos
- Ótima (0 - 0,5)
  - Boa (0,5 - 1)
  - Razoável (1 - 5)
  - Ruim (5 - 20)
  - Péssima (>20)









**Figura 55 – Qualidade das águas em função do lançamento dos esgotos domésticos – Região Hidrográfica do Uruguai**

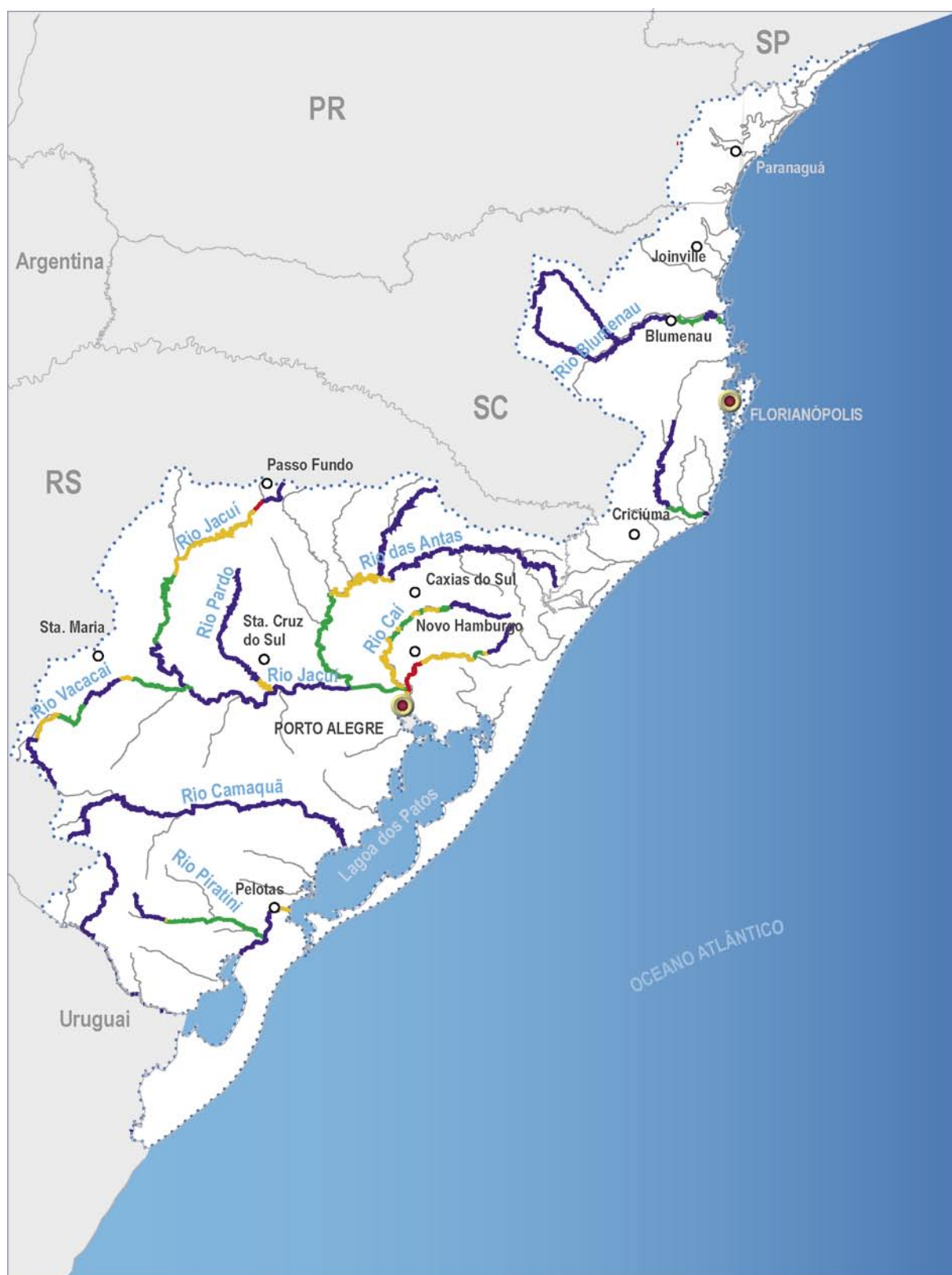


Capitais  
Cidades  
Limite estadual  
Limite da bacia

Qualidade das águas em função do lançamento de esgotos domésticos

Ótima (0 - 0,5)  
Boa (0,5 - 1)  
Razoável (1 - 5)  
Ruim (5 - 20)  
Péssima (>20)





**Figura 56 – Qualidade das águas em função do lançamento dos esgotos domésticos  
Região Hidrográfica Atlântico Sul**

- Capitais
- Cidades
- Limite estadual
- Limite da bacia

Qualidade das águas em função do lançamento de esgotos domésticos

- Ótima (0 - 0,5)
- Boa (0,5 - 1)
- Razoável (1 - 5)
- Ruim (5 - 20)
- Péssima (>20)



70 0 70 140 km









AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Superintendência de Planejamento de  
Recursos Hídricos



Ministério do  
Meio Ambiente



ISBN 858962906-6



9 788589 629065