



ANA
Agência Nacional
de Águas



GEF
Fundo para o
Meio Ambiente Mundial



PNUMA
Programa das Nações Unidas
para o Meio Ambiente



OEA
Organização dos
Estados Americanos

PROJETO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM TERRA NA BACIA DO SÃO FRANCISCO ANA/GEF/PNUMA/OEA

**Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia
Hidrográfica do Rio São Francisco –PBHSF (2004-2013)**



**Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF – N° 17
QUALIDADE DAS ÁGUAS**

Brasília – Distrito Federal

**PROJETO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DAS
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM TERRA NA BACIA DO
SÃO FRANCISCO
ANA/GEF/PNUMA/OEA**

**Subprojeto 4.5C– Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia
Hidrográfica do Rio São Francisco-PBHSF (2004-2013)**

Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF - N° 17

QUALIDADE DAS ÁGUAS

Superintendência de Fiscalização

Ana Lucia Lima Barros Dolabella
Anna Paola Michelano Bubel
Hidely Grassi Rizzo
Viviane dos Santos Brandão

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

José Luiz Gomes Zoby
Luiz Henrique P. Silva
Marcelo Pires da Costa
Moema V. Acselrad

Superintendência de Outorga e Cobrança

Maria de Fátima Araújo Paiva

Abril de 2004

QUALIDADE DAS ÁGUAS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	1
3. METODOLOGIA.....	2
3.1 Águas Subterrâneas	2
3.2 Águas Superficiais.....	2
3.3 Estimativa da carga orgânica assimilável pelos corpos de água	7
4. RESULTADOS	8
4.1. Águas Subterrâneas	8
<i>Rio São Francisco: da nascente até o Reservatório de Três Marias</i>	<i>11</i>
<i>Rio São Francisco: do Reservatório de Três Marias até a divisa estadual entre Minas Gerais e Bahia.....</i>	<i>13</i>
<i>Rio São Francisco: da divisa estadual entre Minas Gerais e Bahia até a divisa entre os Estados da Bahia e Sergipe.....</i>	<i>14</i>
<i>Rio São Francisco da divisa entre os Estados da Bahia e Sergipe até a foz no Oceano Atlântico.</i>	<i>17</i>
<i>Rio Pará.....</i>	<i>18</i>
<i>Rio Paraopeba.....</i>	<i>19</i>
<i>Rio das Velhas.....</i>	<i>21</i>
<i>Rio Jequitaí.....</i>	<i>24</i>
<i>Rios Paracatu e Preto</i>	<i>24</i>
<i>Rio Urucuia.....</i>	<i>26</i>
<i>Bacia do Rio Verde Grande</i>	<i>27</i>
<i>Bacia do Rio Carinhanha.....</i>	<i>29</i>
<i>Bacia do Rio Corrente.....</i>	<i>29</i>
<i>Bacia do rio Grande e tributários da margem esquerda do Reservatório Sobradinho... </i>	<i>30</i>
<i>Rios Verde e Jacaré.....</i>	<i>31</i>
<i>Rio Salitre.....</i>	<i>32</i>
<i>Afluentes pernambucanos e alagoanos da margem esquerda do rio São Francisco.....</i>	<i>35</i>
<i>Afluentes sergipanos da margem direita do rio São Francisco.....</i>	<i>37</i>
4.3 Carga Orgânica Assimilável pelos Corpos de Água	37
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Rede de monitoramento da qualidade da água na região do Alto São Francisco.	3
Figura 2. Rede de monitoramento da qualidade da água na região do Médio São Francisco.	4
Figura 3. Rede de monitoramento da qualidade da água na região do Submédio São Francisco.	5
Figura 4. Rede de monitoramento de qualidade de água na região do Baixo São Francisco no Estado de Sergipe (SERGIPE 2003).	6
Figura 5. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para vazão média no ano 2000.	39
Figura 6. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para vazão com permanência de 95% no ano 2000.	40
Figura 7. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada a vazão com permanência de 95%) no ano 2000.	41
Figura 8. Perfil longitudinal do rio São Francisco mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média, com permanência de 95% e a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada a vazão com permanência de 95%).	42
Figura 9. Perfil longitudinal do rio Paraopeba mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média e com permanência de 95%.	42
Figura 10. Perfil longitudinal do rio das Velhas mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média e com permanência de 95%.	43
Figura 11. Perfil longitudinal do rio Verde Grande mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média e com permanência de 95%.	43
Figura 12. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para vazão média no ano 2000.	47
Figura 13. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para vazão média para o cenário 1 no ano 2013.	47
Figura 14. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para vazão média para o cenário 2 no ano 2013.	47
Figura 15. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a vazão com permanência de 95 % no ano 2000.	48
Figura 16. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a vazão com permanência de 95 % para o cenário 1 no ano 2013.	48
Figura 17. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a vazão com permanência de 95 % para o cenário 2 no ano 2013.	48
Figura 18. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada com a vazão de permanência de 95 %) no ano 2000.	49
Figura 19. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada com a vazão de permanência de 95 %) para o cenário 1 no ano 2013.	49
Figura 20. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada com a vazão de permanência de 95 %) para o cenário 2 no ano 2013.	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Dados de qualidade de água para os domínios aquíferos do estado da Bahia (Guerra & Negrão (sd) e sistemas aquíferos equivalentes adotados no estudo da ANA (2004). O domínio do Embasamento Cristalino foi subdividido em: a) área com precipitação anual inferior a 800 mm; b) área com precipitação anual superior a 800 mm.	9
Quadro 2. Valores médios de parâmetros físico-químicos para os sistemas aquíferos da bacia do São Francisco no estado de Minas Gerais (Pinto & Martins Neto 2001).....	10
Quadro 3. Principais fontes de poluição na Bacia do rio São Francisco e seus parâmetros de qualidade de água.	11
Quadro 4. Carga orgânica doméstica remanescente na bacia hidrográfica do São Francisco..	11
Quadro 5. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no rio São Francisco (da nascente até o Reservatório de Três Marias)	12
Quadro 6. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no rio São Francisco (do município de Três Marias até divisa estadual Minas Gerais/Bahia).....	14
Quadro 7. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no Rio São Francisco (da divisa estadual Minas Gerais/Bahia até a foz).	15
Quadro 8. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no rio São Francisco (da divisa entre os Estados da Bahia e Sergipe até a foz no Oceano Atlântico).	18
Quadro 9. Fontes de poluição, principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Pará.	18
Quadro 10. Fontes de poluição, indicadores e ações necessárias na bacia do rio Paraopeba...	20
Quadro 11. Fontes de poluição, principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio das Velhas.	22
Quadro 12. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Jequitaí.....	24
Quadro 13. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Paracatu.	25
Quadro 14. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Preto.....	26
Quadro 15. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Urucuia.	27
Quadro 16. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Verde Grande.....	27
Quadro 17. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no ribeirão dos Vieiras.....	28
Quadro 18. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Gorutuba.	29
Quadro 19. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Corrente.	30
Quadro 20. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias nas bacias do rio Verde e Jacaré.....	32
Quadro 21. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Salitre.....	34
Quadro 22. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias nos afluentes pernambucanos e alagoanos da margem esquerda do rio São Francisco.	36
Quadro 23. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias nos afluentes sergipanos da margem direita do rio São Francisco.	37
Quadro 24. Carga orgânica de esgoto doméstico na bacia do São Francisco.	38

Quadro 25. Carga orgânica de esgoto doméstico na bacia do São Francisco para o ano 2000 e o ano 2013.	45
--	----

1. INTRODUÇÃO

A água é considerada um bem de domínio público e constitui um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. O uso sustentável desse bem é fundamental para a manutenção da vida e para garantir o desenvolvimento socioeconômico da população.

Nas atividades de gestão dos recursos hídricos, considera-se que os aspectos de quantidade e qualidade não podem ser dissociados. Há algum tempo prevalecia, no País, a visão de que as questões mais problemáticas estariam centradas nas regiões com baixa disponibilidade quantitativa, como, por exemplo, a região do Polígono das Secas. A situação crítica em relação à qualidade de água observada atualmente em várias bacias, especialmente, aquelas em que estão localizados grandes centros urbanos, revelou que o aspecto qualitativo é indissociável nas atividades de gerenciamento da água.

As condições climáticas e geológicas influenciam diretamente a composição química das águas superficiais e subterrâneas. Os processos antrópicos associados ao uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, entretanto, alteram diretamente a qualidade da água. Atividades industriais, de mineração, lançamento de esgotos domésticos, uso de agrotóxicos em culturas, as práticas de manejo do solo na agricultura e as atividades pecuárias afetam qualitativamente, em algum grau, a disponibilidade hídrica.

O aspecto qualitativo da água é importante sob dois pontos. Primeiramente, a água desempenha um importante papel na diluição, transporte ou disposição final de esgotos e resíduos líquidos e gasosos. Por outro lado, ela determina diretamente os usos que dela podem ser realizados. Estas duas formas de utilização da água devem ser consideradas adequadamente, de modo que seja garantido à geração atual e as futuras a disponibilidade de água em padrões de qualidades adequados.

A importância qualitativa da água no gerenciamento de recursos hídricos está expressa através do enquadramento de corpos de água em classes, que é um dos instrumentos da política de recursos hídricos, e que visa assegurar que ela tenha a qualidade compatível com os usos mais exigentes a que for destinada e diminuir os custos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes.

A disponibilidade hídrica, em termos qualitativos, de águas superficiais e subterrâneas, na bacia hidrográfica do rio São Francisco e nos seus principais afluentes, foi avaliada a partir dos dados da rede de monitoramento fluviométrica do ano 2001, dos estudos disponíveis sobre o assunto e a partir da avaliação da capacidade de assimilação de cargas de poluentes. O estudo foi realizado nas regiões fisiográficas (Alto, Médio, Submédio e Baixo) e nas trinta e quatro unidades hidrográficas na bacia.

2. OBJETIVOS

O objetivo desta nota técnica é apresentar uma análise da qualidade de água na bacia do rio São Francisco e nos seus principais afluentes, identificando as principais fontes de poluição. Ela visa auxiliar a elaboração do plano de recursos hídricos da bacia, conforme previsto na deliberação nº 3 de 3 de outubro de 2003, do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

3. METODOLOGIA

3.1 Águas Subterrâneas

Observou-se a carência de estudos, em escala regional na bacia, que avaliem a qualidade das águas subterrâneas. A qualidade das águas foi avaliada através de dois trabalhos realizados para os estados da Bahia e Minas Gerais. Os parâmetros consultados nestes trabalhos foram avaliados em relação aos valores de potabilidade da Portaria 1.469 de 29 de dezembro de 2000 do Ministério da Saúde.

3.2 Águas Superficiais

Para a análise da condição atual da qualidade dos corpos hídricos foram utilizados os diagnósticos apresentados na Nota Técnica “PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D’ÁGUA DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - Versão preliminar (Março/2004)”.

Para este diagnóstico foram utilizadas as informações das redes de monitoramento da ANA e dos estados da Bahia (Centro de Recursos Ambientais-CRA, 2002), Minas Gerais (Instituto Mineiro de Gestão de Águas-IGAM, 2002a-e) e Pernambuco (Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos-CPRH, 2002).

As estações pertencentes às redes de monitoramento acima citadas estão localizadas e identificadas nas regiões fisiográficas do Alto (Figura 1), Médio (Figura 2), Submédio (Figura 3) e Baixo São Francisco (Figura 4). Entre as redes estaduais e federal, foram selecionadas as estações mais representativas para subsidiar o diagnóstico dos rios enquadrados, sendo também incluídas algumas estações em afluentes não enquadrados que contribuem com uma carga significativa de poluição.

Nos Estados de Alagoas, Sergipe, Goiás e o Distrito Federal não são realizadas campanhas de monitoramento da qualidade da água na bacia do rio São Francisco. Assim como, não existem estações de monitoramento nos tributários do rio São Francisco nos Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe, que ocupam a maior parte do território do Submédio e do Baixo São Francisco. Portanto, para avaliação das condições dos corpos de água nessas regiões foram feitas algumas considerações utilizando inventários de qualidade da água apresentados em Planos Diretores de Recursos Hídricos (ALAGOAS/PERNAMBUCO 1998a-f) e no estudo para enquadramento dos corpos d’água do Estado de Sergipe (SERGIPE 2003). Este último apresentado na Figura 4.

Foram analisados os dados de qualidade de água para o ano de 2001. Este foi o ano adotado, pois a rede de monitoramento do Estado da Bahia não foi operada nos anos de 2002 e 2003. Para o Estado de Pernambuco foram analisados os dados da CPRH para os meses de maio e novembro na estação localizada no rio São Francisco, município de Ibó. A rede de monitoramento da ANA fornece a análise de apenas três parâmetros (oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica) e durante o ano de 2001 ocorreram duas ou três campanhas de amostragem para esses parâmetros.

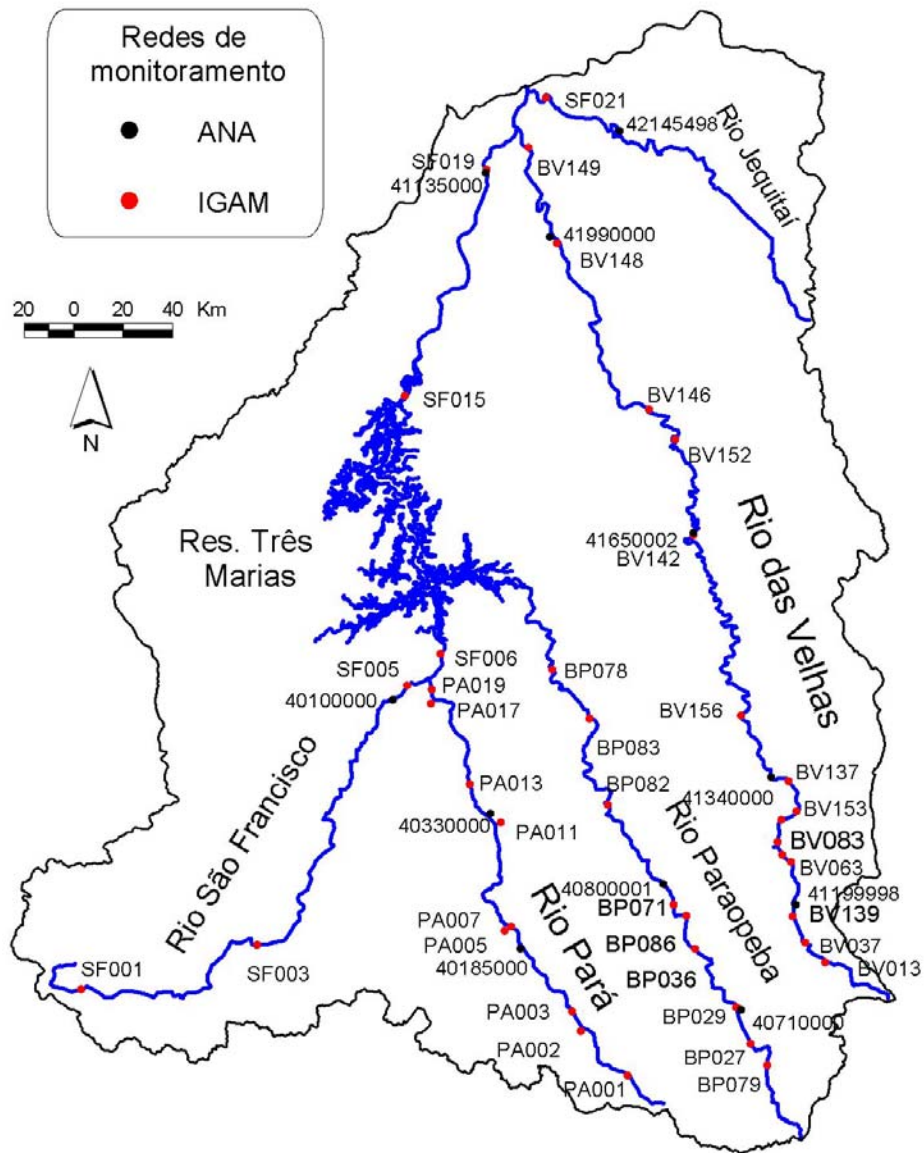


Figura 1. Rede de monitoramento da qualidade da água na região do Alto São Francisco.

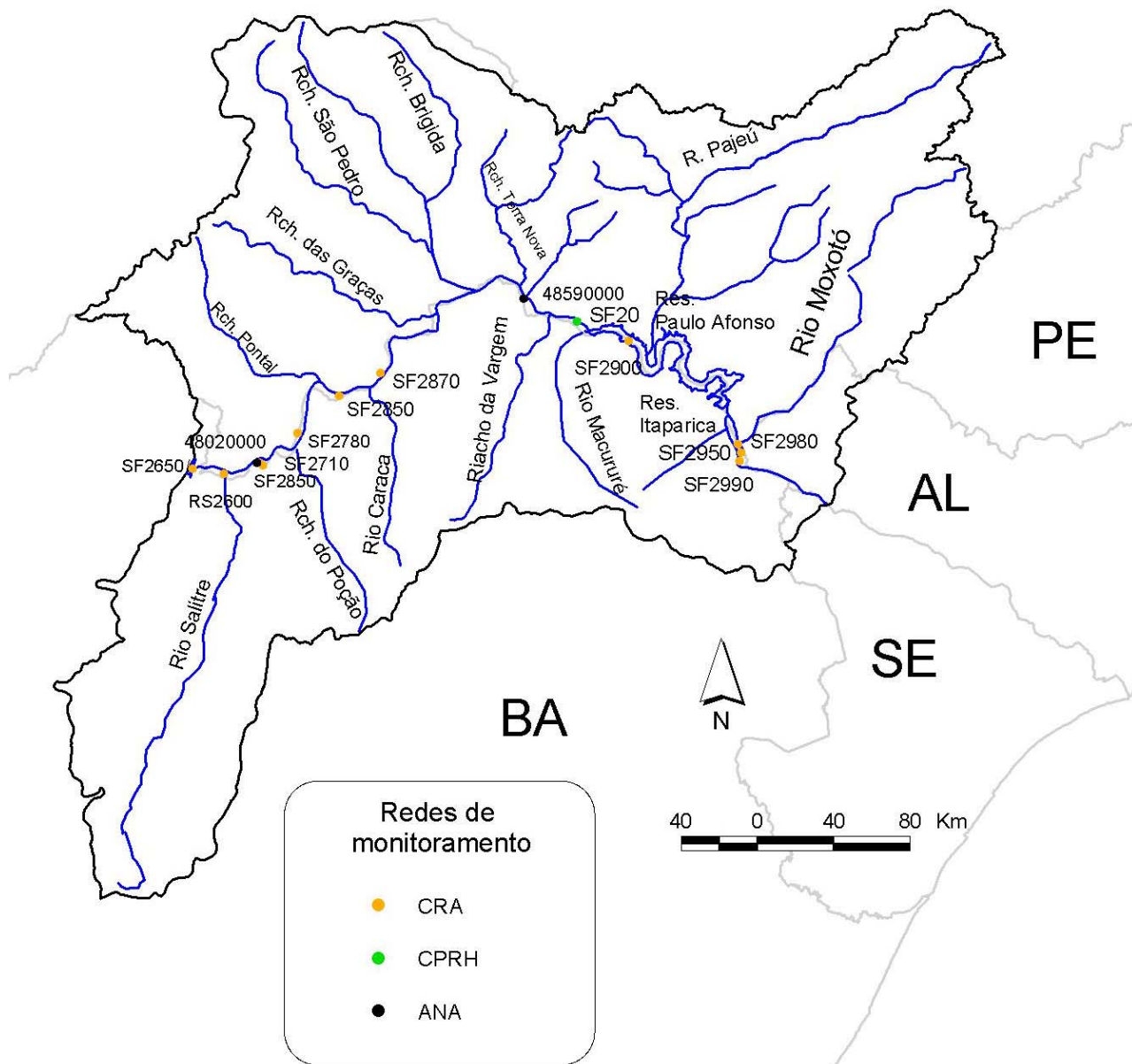


Figura 3. Rede de monitoramento da qualidade da água na região do Submédio São Francisco.

3.3 Estimativa da carga orgânica assimilável pelos corpos de água

Foi realizada uma estimativa das cargas de esgoto doméstico urbano na bacia utilizando-se os dados apresentados pela Nota Técnica 008/SPR/2003. Inicialmente, foram obtidos os volumes de esgoto doméstico tratado pelos municípios brasileiros segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB 2000 (IBGE, 2002). 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 (IBGE, 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 75% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), considerado um valor médio para o tratamento secundário. Os valores de carga orgânica remanescentes, ou seja, 25% do volume tratado e o volume não tratado foram somados para obter-se o volume total de esgoto doméstico lançado nos rios, em m³/dia.

Para o cálculo da carga de DBO₅ foi considerada uma concentração de 300 mg/L, que foi multiplicada pelos volumes de esgotos domésticos lançados (volume remanescente do esgoto tratado e volume do esgoto não tratado) e o valor obtido foi transformado em toneladas de DBO₅/dia.

Para a estimativa da carga assimilável pelos corpos de água, considerou-se que todos estivessem enquadrados na classe 2, segundo a Resolução CONAMA 20/86, que determina como limite máximo de DBO₅ o valor de 5 mg/L (CONAMA, 1986).

Para esta estimativa multiplicou-se as vazões média, com permanência de 95% e a disponibilidade hídrica (vazão regularizada e vazão com permanência de 95%) de cada rio e cada bacia pelo valor de 5 mg/L e transformaram-se os dados para toneladas DBO₅/dia. Para a estimativa da capacidade de assimilação das bacias hidrográficas e dos rios, os valores de carga de esgoto doméstico foram divididos pelas cargas assimiláveis calculadas para as já referidas vazões.

É importante destacar que as estimativas de carga assimilável realizadas não consideraram a capacidade de autodepuração dos corpos d'água, sendo analisadas apenas quanto à sua capacidade de diluição.

A relação entre carga orgânica de esgoto doméstico gerada e carga assimilável por diluição foi também avaliada para o horizonte de planejamento do ano de 2013, considerando a projeção de crescimento da população urbana na bacia apresentada pelo estudo "Cenário Demográfico Referencial para o Brasil e Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento, para o período 2000-2020", realizado pelo Ministério da Integração Nacional em 2003. Foram considerados dois cenários:

- Cenário 1: considera as mesmas condições existentes na bacia no ano de 2000, ou seja, o nível de tratamento de esgotos, apresentado pelo PNSB 2000 (IBGE, 2002), a taxa de remoção de DBO de 75 % para o esgoto tratado e nenhuma remoção para o esgoto não tratado, apenas alterando a população urbana municipal, que passa a ser considerado o valor de projeção para 2013.

- Cenário 2: considera que todo o esgoto na bacia estará sendo tratado com uma eficiência de remoção da DBO de 75 % e que a população urbana municipal é aquela projetada para 2013.

4. RESULTADOS

4.1. Águas Subterrâneas

A qualidade química das águas subterrâneas foi caracterizada através de dois trabalhos de caráter regional. Na porção mineira da bacia, foram utilizados os dados apresentados por Pinto & Martins Neto (2001) e para o estado da Bahia foi consultado o trabalho de Guerra & Negrão (sd). Como a subdivisão hidrogeológica em domínios, subdomínios e sistemas aquíferos nos trabalhos é diferente, foi realizada uma adaptação para a proposta realizada neste estudo. Como os estados da Bahia e Minas Gerais correspondem a 85 % da área da bacia, considera-se que os dados consultados são representativos da qualidade da água subterrânea na bacia.

Considerando-se o estado da Bahia e os parâmetros cloreto e sólidos totais dissolvidos (Quadro 1), observa-se que os valores médios fora dos padrões de potabilidade correspondem às áreas de ocorrência do domínio Fraturado em clima semi-árido (precipitação média anual inferior a 800 mm), representados, na Bacia do São Francisco, pelo Cristalino Norte e porção norte do Cristalino Sul. Corresponde à porção da bacia tipicamente do cristalino, com poços com baixas vazões e problemas de salinização. A análise de 1.015 amostras de poços da região mostrou que apenas 20,5 % apresentam valores de sólidos totais dissolvidos (STD) e cloretos dentro dos padrões de potabilidade para uso humano. Na região do domínio Fraturado com pluviometria acima de 800 mm/ano, correspondente ao Cristalino Sul, foram analisadas amostras de 272 poços e foi verificada uma melhoria na qualidade química das águas, com mais de 50 % dos valores dentro dos padrões de potabilidade em relação a cloretos e STD. Ainda no domínio Fraturado, o sistema aquífero Cristalino-Metassedimentos apresentou 80 % dos poços com valores dentro dos padrões de potabilidade, com média de 633 mg/L de STD.

No domínio Cárstico-fraturado, correspondente ao sistema aquífero Bambuí-Caatinga foram analisadas amostras de 418 poços. Em relação a cloretos, 70,8 % dos poços apresentaram valores dentro do limite de potabilidade (250 mg/L) (Quadro 1). Em relação a STD, em 55,5 % dos poços os valores estavam dentro dos limites de potabilidade, o que possivelmente reflete a contribuição das rochas calcárias na composição química da água.

No domínio Poroso, correspondente, aos sistemas aquíferos das bacias sedimentares, foram observados os menores valores médios de cloretos e STD (Quadro 1). Com relação a STD, 90,6 % dos poços enquadraram-se nos valores de potabilidade.

Quadro 1. Dados de qualidade de água para os domínios aquíferos do estado da Bahia (Guerra & Negrão (sd) e sistemas aquíferos equivalentes adotados no estudo da ANA (2004). O domínio do Embasamento Cristalino foi subdividido em: a) área com precipitação anual inferior a 800 mm; b) área com precipitação anual superior a 800 mm.

Domínio Aquífero	Sistema Aquífero da bacia do São Francisco*	Cloreto (mg/L)			Sólidos totais dissolvidos (mg/L)			Número de poços analisados
		Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	
Embasamento Cristalino	a) Cristalino Norte e Cristalino Sul	11	2.031	21.500	122	5.127	46.342	1.015
	b) Cristalino Sul	3	1.019	12.052	72	2.719	29.550	272
Metassedimentos	Cristalino-Metassedimento	4	162	2.586	24	633	6.542	213
Calcários	Bambuí-Caatinga	2	239	4.622	126	1.246	11.060	418
Bacias sedimentares	Sistemas aquíferos do domínio Poroso	6	179	4.000	16	523	9.134	238
Valores de Potabilidade da Portaria 1469		250			1.000			

*Fonte: ANA, 2004

Na região mineira da Bacia do São Francisco, observa-se que os valores médios dos parâmetros analisados estão dentro dos padrões de potabilidade, com exceção do ferro (Quadro 2). Valores de ferro elevados em água subterrânea frequentemente apresentam origem natural. Estão relacionados aos processos de lateritização, que concentram o alumínio e ferro em determinados níveis no subsolo e que, posteriormente, liberam o ferro para a água.

Cabe destacar a ocorrência, no domínio Cárstico-fraturado, no sistema aquífero Bambuí-Caatinga, de elevados valores médios de dureza das águas, normalmente influência da contribuição da dissolução das rochas calcárias, que aumentam a presença de íons dissolvidos na água, o que é confirmado pelos valores médios elevados de condutividade elétrica (Quadro 2).

Em termos gerais, é possível concluir que os problemas de qualidade de água subterrânea na Bacia do São Francisco são a elevada salinidade (STD) nos sistemas aquíferos Cristalino Norte e parte do Cristalino Sul, e os problemas localizados de dureza da água e STD nas regiões de ocorrência das rochas calcárias, representadas, principalmente, pelo sistema aquífero Bambuí-Caatinga.

Quadro 2. Valores médios de parâmetros físico-químicos para os sistemas aquíferos da bacia do São Francisco no estado de Minas Gerais (Pinto & Martins Neto 2001).

Sistema Aquífero do estado de Minas Gerais	Sistema Aquífero da bacia do São Francisco*	Condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$)	pH	Dureza total (mg/L de CaCO_3)	Cl^- (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	Fe total (mg/L)	F^- (mg/L)
Aluvial e Colúvio-Elúvio	Aluviões e Depósitos Litorâneos, e Cobertura Detrito-Laterítica	159,5	7,0	55,4	6,8	4,1	0,2	0,15
Arenítico	Urucuia-Areado e Mata da Corda	82,2	6,8	42,3	6,2	2,0	0,2	0,12
Carbonático	Bambuí-Caatinga	463,2	7,8	219,7	18,6	14,6	0,5	----
Rochas Pelito-Carbonáticas	Bambuí-Caatinga	427,4	8,0	202,0	30,2	8,1	0,4	----
Rochas Pelíticas e Xistosas	Bambuí-Caatinga, Cristalino Metassedimento e Sul	311,5	7,5	138,6	9,9	15,0	0,5	----
Rochas Itabiríticas	Cristalino Sul	30,5	6,2	13,8	< 0,3	< 1,0	0,1	----
Rochas Gnáissico-Granito setentrional	Cristalino Sul	701,0	7,9	362,0	181,3	44,9	0,7	----
Rochas Gnáissico-Granito meridional	Cristalino Sul	50,0	7,8	54,0	2,5	1,6	0,7	----
Valores de Potabilidade da Portaria 1469		----	6,5 a 9,5	500	250	250	0,3	1,5

*Fonte: ANA, 2004

4.2. Águas Superficiais

A Bacia do São Francisco apresenta várias fontes de poluição, sendo as principais listadas na Quadro 3. Entre estas destacam-se os esgotos domésticos, as atividades agropecuárias e a mineração.

Além do quadro de carência de saneamento básico, observa-se o lançamento de efluentes industriais, além da disposição inadequada de resíduos sólidos, comprometendo a qualidade de rios como Paraopeba, das Velhas, Pará, Verde Grande, Paracatu, Jequitaiá, Urucuia.

Quadro 3. Principais fontes de poluição na Bacia do rio São Francisco e seus parâmetros de qualidade de água.

Fontes de poluição	Parâmetros principais
Esgoto doméstico	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos em suspensão, fosfato total, oxigênio dissolvido, Coliformes fecais e amônia
Mineração	Sólidos em suspensão, metais (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, ferro, manganês, mercúrio, níquel, zinco) e sulfetos
Agropecuária	DBO, sólidos em suspensão, fosfato total, nitrogênio amoniacal e agrotóxicos
Indústrias Siderúrgicas	Ferro solúvel, fenol, amônia, sólidos em suspensão e manganês
Indústrias Alimentícias	DBO, sólidos em suspensão, fosfato total e turbidez
Resíduos sólidos	DBO, nitratos, fosfatos, metais e contaminação microbiológica

Uma das bacias críticas é do rio das Velhas que, além da grande contaminação das águas pelo lançamento de esgotos domésticos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, apresenta elevada carga inorgânica poluidora proveniente da extração e beneficiamento de minérios. A carga orgânica doméstica remanescente na bacia hidrográfica do São Francisco é de 498,8 t DBO dia⁻¹, correspondente a 7,8 % do País e distribuída por unidades hidrográficas da bacia, conforme indicado na Quadro 4. A carga orgânica é mais concentrada (62 %) no Alto São Francisco. A poluição industrial, igualmente concentrada no Alto e Submédio São Francisco, apresenta um cenário mais controlado em termos de poluição ambiental devido ao controle mais efetivo por parte dos órgãos estaduais.

Quadro 4. Carga orgânica doméstica remanescente na bacia hidrográfica do São Francisco.

Unidade hidrográfica	Carga orgânica doméstica (t DBO dia ⁻¹)
Alto	309,4
Médio	98,1
Submédio	53,7
Baixo	37,6
Total	498,8
% do País	7,8

A seguir é apresentado um diagnóstico mais detalhado sobre a qualidade da água na bacia.

Rio São Francisco: da nascente até o Reservatório de Três Marias

Nesse trecho do rio São Francisco alguns parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes fecais, fenol, óleo, fosfato total, metais, sulfetos e turbidez) indicam o comprometimento da qualidade das águas.

O fosfato total afetou a qualidade das águas do rio São Francisco na cidade de Iguatama (SF003), na primeira e quarta campanhas, e a jusante da foz do rio Pará (SF006) em todas as campanhas de 2001. Isto pode estar associado ao lançamento de esgotos sanitários e atividades agrossilvipastoris desenvolvidas na bacia (Quadro 5).

A **turbidez**, bem como o fosfato total, apresentou maiores valores durante o período chuvoso. A turbidez apresentou-se acima do padrão da legislação na cidade de Iguatama (SF003) em duas campanhas, a montante do rio Pará (SF005) e a jusante da foz do rio Pará (SF006) em pelo menos uma das campanhas de 2001.

Quadro 5. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no rio São Francisco (da nascente até o Reservatório de Três Marias)

Fontes	Indicadores	Ações
Indústria Alimentícia	Fosfato total, OD, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das Indústrias alimentícias de Abaeté e Luz.
Extração de Calcário	Manganês, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias extratoras de calcário no município de Pains.
Agricultura	Cobre, fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez.	Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água, bem como a utilização equilibrada de fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc. em toda a área de drenagem da bacia, especialmente na região do alto São Francisco.
Pecuária	Coliformes fecais, cor, fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez.	Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água, bem como a utilização equilibrada de bencidas, carrapaticidas, etc. em toda área de drenagem da bacia do rio São Francisco Sul, especialmente na região do alto curso.
Suinocultura	Coliformes fecais, fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental de suinoculturas desenvolvidas nos municípios de Bom Despacho, Luz, Martinho Campos e Santo Antônio Dumont.
Esgoto doméstico	Fosfato total, OD, sólidos em suspensão e turbidez.	Promover gestão junto a Prefeituras e Promotoria Pública dos municípios de Luz, Iguatama e Pains para implantação e/ou adequação do sistema de tratamento de esgotos sanitários dos referidos núcleos urbanos.

Fonte: IGAM (2002a)

Os **sólidos em suspensão** também foram altos na primeira campanha de 2001 na cidade de Iguatama (SF003), a montante do rio Pará (SF005) e a jusante da foz do rio Pará (SF006). Apesar disso, observou-se uma tendência de redução desses valores a partir da segunda campanha de 2001.

Elevadas concentrações de **manganês** foram observadas na primeira campanha de 2001 na cidade de Iguatama (SF003), a montante do rio Pará (SF005) e a jusante da foz do rio Pará (SF006), possivelmente em função das atividades minerárias desenvolvidas nas áreas de influência destes trechos.

Pode-se verificar que, com o aumento da vazão, a qualidade da água diminui no rio São Francisco a montante da cidade de Vargem Bonita (SF001), na cidade de Iguatama (SF003), a montante do rio Pará (SF005) e a jusante da foz do rio Pará (SF006). Isto é um indicativo de poluição difusa causada por mineradoras e ambientes urbanos que atinge esse corpo d'água.

Com relação à contaminação por compostos tóxicos, verificaram-se inconformidades nas concentrações de índice de fenóis e cobre na cidade de Iguatama (SF003), a montante do rio Pará (SF005), a jusante da foz do rio Pará (SF006) e a jusante do Reservatório de Três Marias (SF015).

Foram observados valores de **coliformes fecais** acima do limite estabelecido na legislação a montante da cidade de Vargem Bonita (SF001) e na cidade de Iguatama (SF003).

Rio São Francisco: do Reservatório de Três Marias até a divisa estadual entre Minas Gerais e Bahia

Entre as estações de amostragem no trecho do rio São Francisco entre o Reservatório de Três Marias até a divisa entre os Estados de Minas Gerais e Bahia, é possível destacar o comprometimento da qualidade de água na estação SF031, indicada pelos parâmetros: coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio e turbidez.

No rio São Francisco a montante da foz do rio das Velhas não se observou uma relação entre a vazão e a qualidade das águas. Entretanto a jusante das cidades de Ibiaí, São Romão, São Francisco, Januária, Itacarambi e Manga, observou-se que, com o aumento da vazão, a qualidade da água diminui, demonstrando indicativo de poluição difusa ao longo do corpo d'água .

Os **coliformes fecais** apresentaram valores acima do limite estabelecido na legislação apenas no trecho a jusante da cidade de Itacarambi na primeira e quarta campanhas de 2001.

A incidência de concentrações de **fosfato total** acima do limite estabelecido na legislação ocorreu na primeira campanha de 2001, no rio São Francisco a jusante das cidades de São Romão, Januária, Itacarambi e Manga, sendo que a jusante da cidade de Ibiaí ocorreu incidência acima do limite em três campanhas, e a jusante da cidade de São Francisco em duas das campanhas realizadas.

A **turbidez** apresentou valor acima do padrão da legislação no rio São Francisco a jusante da cidade de Januária, na primeira campanha de 2001.

É possível destacar, a contaminação por elementos tóxicos, como por exemplo, os **sulfetos** no rio São Francisco a montante da foz do rio das Velhas e a jusante das cidades de Ibiaí (SF023), Januária, Itacarambi, São Francisco, Manga e São Romão.

O **cobre** foi identificado em quatro das sete estações de amostragem presentes neste trecho do rio São Francisco, onde se registraram altas concentrações de cobre, na quarta campanha de 2001. O cobre registrado no rio São Francisco, entre o rio Jequitaiá e a cidade de Itacarambi, pode ser decorrente do uso intensivo de agrotóxicos nesta região.

Ainda imediatamente a jusante do Reservatório de Três Marias, a ANA (ANA, 2003), juntamente com o IGAM, FEAM e CETEC, realizou campanha de campo em 2003 que incluiu a análise da qualidade das águas e dos sedimentos. A interpretação dos resultados da amostragem de sedimento do leito e água do rio São Francisco e dos resíduos industriais armazenados à sua margem indicou a presença de rejeitos metalúrgicos sedimentados sobre o leito submerso do rio, bem como a contaminação das águas do mesmo com **zinco** solúvel, em teores superiores àqueles autorizados na legislação pertinente (Resolução CONAMA nº 20/86 e Deliberação Normativa COPAM nº10/86).

O **níquel** apresentou concentração acima do limite a jusante da cidade de Ibiaí na última campanha de 2001. O índice de **fenóis** apresentou inconformidade no rio São Francisco a montante da foz do rio das Velhas e a jusante das cidades de São Francisco (SF027), Itacarambi e Manga, em pelo menos uma das campanhas em 2001.

O lançamento de **esgoto sanitário** sem tratamento, da cidade de Pirapora, é conflitante com o uso do rio para lazer, uma vez que o ponto de lançamento está situado junto ao balneário construído sobre a praia fluvial do rio, que é utilizado por banhistas.

As águas do rio São Francisco mantiveram-se bem oxigenadas, registrando baixos teores de matérias em suspensão e materiais orgânicos conforme indicado pela DBO.

A Quadro 6 mostra que os principais atividades poluidoras na bacia são a metalúrgica e a mineração representada por extração de calcário e minério de manganês.

Quadro 6. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no rio São Francisco (do município de Três Marias até divisa estadual Minas Gerais/Bahia).

Fontes	Indicadores	Ações
Atividades Metalúrgicas	Cobre, Cádmio, Zinco, Níquel, índice de fenóis, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias metalúrgicas localizadas nos municípios de Pirapora e Itacarambí. Identificar com precisão as causas e adotar medidas emergenciais e definitivas para contenção do processo de contaminação das águas.
Extração de calcário e minério de manganês	Cobre, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias de extração de calcário e manganês localizadas no município de Januária.

Fonte: IGAM (2002b), ANA (2003).

Rio São Francisco: da divisa estadual entre Minas Gerais e Bahia até a divisa entre os Estados da Bahia e Sergipe

O diagnóstico apresentado a seguir foi transcrito do Relatório de qualidade de água da Bahia (CRA 2002).

Na avaliação da qualidade das águas realizada na bacia hidrográfica do rio São Francisco e seus afluentes, em agosto de 2001, observou-se que a principal fonte de comprometimento dos mananciais é o lançamento de dejetos orgânicos (esgotos domésticos), o que ocasionou em alguns pontos violações dos padrões legais para vários indicadores avaliados (

Quadro 7).

Os dados obtidos revelaram a presença de coliformes fecais acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986 em alguns pontos do trecho principal do rio São Francisco.

Foram registrados valores elevados de alumínio em alguns pontos do trecho principal do rio São Francisco no trecho monitorado pelo CRA. Esta situação pode estar relacionada, além de rejeitos de beneficiamento mineral, com contribuições de litologias ricas neste elemento, resultante da erosão que ocorre nas bacias hídricas do rio São Francisco e seus afluentes. Também foram registradas concentrações elevadas de cádmio em quatro estações, as quais

podem estar relacionadas com atividades antrópicas, e que merecem uma investigação mais detalhada.

Quadro 7. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no Rio São Francisco (da divisa estadual Minas Gerais/Bahia até a foz).

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	Oxigênio Dissolvido, DBO e coliformes fecais.	Implantação de rede coletora de esgotos e sistemas de tratamento pelos municípios pertencentes à bacia.
Produção e despejo de efluentes gerados em atividades mineradoras.	Cobre, zinco, cádmio, chumbo, cromo hexavalente.	Intensificar ações de fiscalização e licenciamento de empreendimentos de mineração.
Contribuições de projetos de irrigação	Pesticidas organoclorados, organofosforados, carbamatos e fertilizantes	Levantamento detalhado dos insumos utilizados em projetos de irrigação. Monitoramento destes elementos no corpo receptor. Programa de educação ambiental nos perímetros irrigados.
Assoreamento do corpo receptor	Sólidos suspensos, turbidez, profundidade, sólidos dissolvidos	Implementação de ações de controle e recuperação de matas ciliares ao longo do curso hídrico.

Fonte: CRA (2002)

Na amostragem de agosto de 2001 não foram registradas violações quanto às concentrações de pesticidas organofosforados e organoclorados. Contudo, isto não quer dizer que a área se encontra livre deste tipo de contaminação, já que a Bacia do rio São Francisco contém diversos projetos de irrigação, onde são manuseados estes pesticidas. Para que possa ser feito um monitoramento mais direcionado deste problema potencial, recomenda-se que seja feito um levantamento detalhado dos pesticidas utilizados nos projetos de irrigação, para que os mesmos possam ser devidamente avaliados no corpo receptor. Recomenda-se ainda que estes compostos sejam avaliados nos sedimentos, devido à sua baixa solubilidade na água.

Dos pontos monitorados tanto no trecho principal do rio São Francisco como nos seus afluentes, somente o ponto SF 2470 (localizado na captação de água do município de Xique-Xique) apresentou uma concentração de fosfato total acima do limite da Resolução CONAMA 20/86 para os corpos d'água de Classe 2. Nos demais pontos de amostragem este parâmetro não foi detectado ou foi inferior ao limite estabelecido pela Resolução.

Quanto às concentrações de **oxigênio dissolvido**, dos 36 pontos de amostragem monitorados na Bacia do rio São Francisco, apenas os pontos SF 2220 (município de Bom Jesus da Lapa), SF 2300 (captação de água do município de Paratinga) e SF 2350 (captação de água para o município de Ibotirama) apresentaram valores de oxigênio dissolvido (OD) abaixo de 5 mg L^{-1} , que é o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para os corpos d'água de Classe 2. De maneira geral, as concentrações de oxigênio dissolvido, obtidas na campanha realizada em agosto de 2001, no rio São Francisco e seus afluentes, variaram entre 0,20 e $16,92 \text{ mg L}^{-1}$.

Os pontos SF 2710 (no município de Juazeiro), SF 2870 (captação de água do município de Curaçá), SF 2780 (localizado na estação da CODEVASF, Juazeiro), SF 2850 (Vila de Itamotinga, Juazeiro) apresentaram valores de **DBO** acima de 5 mg L^{-1} , que é o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para a Classe 2. Os demais pontos de amostragem apresentaram valores de DBO abaixo do limite de detecção do método empregado.

A contaminação das águas por **coliformes fecais** deve-se, principalmente, à inexistência de infraestrutura de saneamento básico com relação ao tratamento e disposição de efluentes sanitários e à presença de dejetos animais. Durante a estação chuvosa essa condição é agravada, pois ocorre maior transporte de resíduos domésticos, dejetos animais e efluentes sanitários para os mananciais. A evidência desta situação está no monitoramento do parâmetro coliformes fecais na bacia, onde em todos os pontos de amostragem, foi detectada sua presença. Na campanha realizada em agosto de 2001, dos 36 pontos monitorados, 27 (77,77%) apresentaram concentrações inferiores ao valor de referência para fins de balneabilidade estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para a Classe 2 (1000 col. 100ml⁻¹). A única exceção foi o ponto SF 2250 (rio São Francisco, prainha do Município de Sítio do Mato).

O **pH** comportou-se dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 20/86 para a Classe 2, que é de 6 a 9, na maioria dos pontos monitorados na Bacia do rio São Francisco e seus afluentes. As únicas exceções foram os pontos SF 2900 (Barragem de Itaparica, município de Rodelas) e SF 2950 (Barragem de Itaparica, município de Nova Glória) com pH de 9,56 e 9,58, respectivamente. A elevação nos valores de pH é esperada em áreas de Balanço Hídrico negativo, onde a taxa de evaporação supera a taxa de precipitação, como no semi-árido nordestino, onde se situa a barragem de Itaparica.

Em relação aos **sólidos**, a Resolução CONAMA 20/86 limita o valor permitido em até 500 mg L⁻¹ para os sólidos totais dissolvidos de corpos d'água de Classe 2. O parâmetro monitorado nos pontos de amostragem da Bacia do rio São Francisco e afluentes foi sólidos totais, que nada mais é que a soma dos sólidos dissolvidos com os sólidos em suspensão. Os pontos monitorados apresentaram valores de sólidos totais variando de 16 a 572 mg L⁻¹.

Os **metais** avaliados nesse trecho da bacia hidrográfica do rio São Francisco foram: ferro, cobre, chumbo, cádmio, zinco, alumínio, arsênio e cromo hexavalente. Os parâmetros cobre, chumbo, zinco, arsênio e cromo hexavalente apresentaram concentrações dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86 para os rios Classe 2, sendo que na maioria dos pontos monitorados estes parâmetros estiveram abaixo do limite de detecção do método.

Em relação aos teores de **ferro** total, dos 35 pontos amostrados somente seis (17,14%) ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86, a saber, os pontos SF 2730, SF 2220, SF 2300, SF 2470. Apesar do ferro ser um componente natural das rochas e solo e ser pouco solúvel na água, a sua presença nas águas da bacia pode ser atribuída às regiões ferríferas e/ou aos rejeitos de beneficiamento de minério de ferro, devendo a sua presença ser investigada.

O **alumínio** pode estar presente no corpo d'água na forma natural como constituinte das rochas e minerais, cuja concentração pode ser elevada por processos de erosão e desmatamento, ou mesmo como resultado de lixiviação de minerais metálicos. Os oito pontos em que este parâmetro foi monitorado apresentaram concentrações de alumínio acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86, que é de 0,1 mg L⁻¹, para as águas da Classe 2. O ponto SF 2470 (localizado na captação de água do município de Xique-Xique) apresentou o teor mais elevado para este parâmetro: 7,1 mg L⁻¹. Também foram registrados teores de cádmio superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para a Classe 2 (0,002 mg L⁻¹) nos pontos SF 2730 e SF 2650.

Rio São Francisco da divisa entre os Estados da Bahia e Sergipe até a foz no Oceano Atlântico.

Na região próxima à foz, no trecho em que o rio São Francisco faz a divisa entre os estados de Alagoas e Sergipe não existem redes de monitoramento. Para este trecho foram utilizados os dados obtidos na avaliação da condição atual dos corpos hídricos no Estado de Sergipe, realizada para subsidiar o enquadramento dos cursos d'água, durante os anos de 2002 e 2003. Foram realizadas duas campanhas de amostragem de qualidade de água (período seco e chuvoso), em 13 pontos no rio São Francisco, visando obter subsídios para o enquadramento dos corpos de água dessa bacia localizados em seu território (SERGIPE, 2003).

Durante o trabalho foram determinados: salinidade, oxigênio dissolvido, cor, turbidez, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, potencial hidrogeniônico, alumínio, ferro, manganês, zinco, sódio, potássio, tensoativos, nitrogênio total, fósforo total e nitrogênio amoniacal.

Assim, no Estado do Sergipe, o rio São Francisco foi dividido em trechos de estudo de acordo com os pontos de amostragem:

Trecho 1 - da divisa com o Estado da Bahia até a cidade de Canindé do São Francisco (Pontos SF-01 e 04);

Trecho 2 - a jusante de Canindé do São Francisco até a confluência com o riacho Jacaré (Ponto SF-06);

Trecho 3 - a partir da confluência com o riacho Jacaré até o ponto SF-12 localizado entre o riacho das Antas e o Mocambo;

Trecho 4 - a partir do ponto SF-12 até o ponto SF-20, localizado após a confluência com o rio Capivara;

Trecho 5 - desde o ponto SF-20 até o ponto até a confluência com o Rio Salgado;

Trecho 6 - após a confluência com o rio Salgado até a confluência com o rio Jacaré (Pontos SF-28 e 29);

Trecho 7 - desde a confluência com o rio Jacaré até o ponto SF-40 localizado nas proximidades da cidade de Brejo Grande (SF-31, 32, 35 e 39);

Trecho 8 - do ponto SF-40 até a confluência com o Oceano Atlântico.

Nas análises realizadas, somente na estação SF-06 não foram detectadas concentrações de **alumínio e ferro** fora dos padrões estabelecidos pela legislação, porém essas alterações não são atribuídas a questões antrópicas e sim a composição química do solo da bacia de drenagem.

Os padrões de **coliformes** não foram obedecidos nas estações SF-12/31/32/35 fato atribuído à contaminação por esgotos domésticos, em especial, nas estações SF 31/32/35 que localizam-se em um trecho do rio influenciado pelas cidades de Telha, Cedro de São João, Santana do São Francisco, Neópolis e Propriá. O ponto SF 31 apresentou, ainda, desconformidades para DBO, oxigênio dissolvido e cor. A presença de óleos e graxas foi constatada nas estações SF-06/12/29/40, provavelmente associada à presença de ancoradouros de barcos.

Independente dos padrões estabelecidos pela legislação, o estudo em questão observou que a presença de **nutrientes e coliformes termotolerantes** em todas os pontos amostrados no rio São Francisco comprovou a contaminação por efluentes de origem doméstica. A presença de **nitrogênio e fósforo** também pode estar associada à utilização de fertilizantes (Quadro 8).

Quadro 8. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no rio São Francisco (da divisa entre os Estados da Bahia e Sergipe até a foz no Oceano Atlântico).

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	Oxigênio Dissolvido, DBO e coliformes fecais.	Implantação de rede coletora de esgotos e sistemas de tratamento pelos municípios pertencentes à bacia.

Rio Pará

O maior comprometimento da qualidade das águas foi observado principalmente no período chuvoso estando associado principalmente às cargas difusas e à contaminação por esgotos sanitários (Quadro 9). As características físicas da região, as atividades agropecuárias e o manejo inadequado do solo se destacam no Baixo rio Pará, onde esses efeitos foram percebidos com maior intensidade.

A poluição difusa está evidenciada quando se observa a diminuição da qualidade das águas onde houve um aumento da vazão. Isso foi verificado no rio Pará entre as cidades de Passa-Tempo e Desterro de Entre Rios (PA001), na localidade de Pará dos Vilelas (PA003), na localidade de Velho da Taipa (PA013) e a montante de sua foz no rio São Francisco (PA019). Apenas no trecho monitorado a montante da foz do rio Itapecirica (PA005), ficou evidenciada, que o aumento da vazão resultou na melhora da qualidade das águas.

Quadro 9. Fontes de poluição, principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Pará.

Fontes	Indicadores	Ações
Indústrias Alimentícias	Coliformes fecais, cor, turbidez, sólidos em suspensão e fosfato total.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das Indústrias alimentícias localizadas nos municípios de Conceição do Pará, Passa-Tempo e Piracema.
Indústrias Siderúrgicas	Ferro solúvel e índice de fenóis.	Implantar e/ou adequar os sistemas de controle ambiental da indústria siderúrgica localizada em Pitangui.
Extração de minérios não metálicos	Sólidos em suspensão, turbidez, ferro solúvel e manganês.	Adequar os sistemas de controle ambiental das mineradoras situadas em Piracema.
Agricultura	Fosfato total, sólidos em suspensão, turbidez, cobre e manganês.	Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água na região de cabeceira do rio Pará.
Esgoto doméstico	Coliformes fecais, amônia não ionizável, fosfato total, índice de fenóis, sólidos em suspensão e cor.	Dar seqüência às ações de saneamento em curso dos municípios de Piracema e Nova Serrana. Implementar gestões junto às Prefeituras de Desterro de Entre Rios, Itaguara, Passa-Tempo, Carmo do Cajuru, Conceição do Pará, Leandro Ferreira e São Gonçalo do Pará.

Fonte: IGAM (2002d)

A contagem de **coliformes fecais** demonstra o comprometimento das águas do rio Pará por material fecal na maioria dos trechos analisados. A situação mais crítica ocorreu no rio Pará a montante da foz do rio Itapecirica (PA005), sendo detectado o valor de 160.000 NMP 100mL⁻¹ na segunda campanha para um trecho de Classe 1, onde o limite estabelecido pela

legislação é de 200 NMP 100 mL⁻¹. Estes resultados indicam a existência de lançamentos de esgotos sanitários “in natura” neste corpo d'água.

Os resultados de **turbidez e sólidos em suspensão** ressaltam a elevada carga de materiais em suspensão nos pontos situados no rio Pará entre as cidades de Passa-Tempo e Desterro de Entre Rios (PA001), especialmente nas primeira e segunda campanhas, e na localidade de Pará dos Vilelas (PA003), na primeira campanha do ano 2001. Ressalta-se a existência de atividades minerárias próximas a estes trechos que podem estar contribuindo para as inconformidades observadas. Observa-se que apesar de elevadas, as concentrações de **materiais suspensos** apresentam tendência na redução de seus valores a partir do ano 2000. Pode-se observar também a forte correlação entre os sólidos em suspensão e a turbidez.

O parâmetro **cor** ultrapassou os limites estabelecidos na legislação nos pontos PA001 e PA003, em pelo menos três das campanhas realizadas, provavelmente em função das atividades de avicultura e suinocultura desenvolvidas na região.

Os parâmetros **ferro solúvel e manganês** mostraram-se acima dos limites estabelecidos na legislação, no rio Pará na localidade de Pará dos Vilelas (PA003) e na localidade de Velho da Taipa (PA013), sendo que este último apresentou inconformidade apenas para o ferro solúvel. O período chuvoso foi o principal responsável pelas maiores ocorrências destes metais.

Foi detectada no rio Pará a montante de sua foz no rio São Francisco (PA019), a presença de **amônia não ionizável** na terceira campanha de 2001. Este resultado apresenta um forte indicativo de lançamento de despejos tóxicos neste deste trecho do rio Pará na época da coleta.

Ocorreram concentrações de **cobre** acima dos padrões ambientais no rio Pará, em um dos períodos de amostragem em todas as estações, exceção feita a PA001. O cobre encontrado neste corpo d'água pode estar relacionado às atividades agrícolas, desenvolvidas na bacia do rio Pará, onde é comum a aplicação e os usos inadequados de agroquímicos nas plantações.

Observou-se que a concentração de **índice de fenóis** ocorreu acima do limite da legislação em três campanhas do ano 2001, no rio Pará na localidade de Velho da Taipa (PA013), chegando a ser três vezes maior que o padrão em duas campanhas de amostragem. Esta ocorrência pode estar associada aos impactos decorrentes das atividades siderúrgicas, especialmente no município de Pitangui, que no processo de limpeza dos gases de alto-forno, geram resíduos contaminados com fenóis e cianetos. Apesar disso, não se verificou concentração de cianetos acima do limite estabelecido pela legislação nessa estação de amostragem.

Rio Paraopeba

As principais fontes de poluição identificadas na bacia são apresentadas no Quadro 10.

A contagem de **coliformes fecais** ultrapassou os padrões legais na maioria das análises realizadas na sub-bacia do rio Paraopeba, constituindo um indicador de relevância sobre a degradação das águas da região por lançamentos de esgotos sanitários. A situação mais crítica ocorreu no rio Paraopeba a jusante da foz do rio Betim (BP072) e, a condição mais favorável foi observada no rio Paraopeba a jusante da foz do rio Pardo (BP078).

Quadro 10. Fontes de poluição, indicadores e ações necessárias na bacia do rio Paraopeba.

Fontes	Indicadores	Ações
Alimentícias	Coliformes fecais, fosfato total, amônia não ionizável, cor e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das Indústrias de Cristiano Otoni.
Siderúrgicas	Índice de fenóis, amônia não ionizável, sólidos em suspensão, ferro solúvel e manganês.	Implantar ou adequar os sistemas de controle ambiental das indústrias localizadas nos municípios de Itatiaiuçu e Curvelo.
Areia, argila, caulim e ardósia	Sólidos em suspensão, turbidez, ferro solúvel e manganês.	Implantar ou adequar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas nos municípios de Betim, Belo Vale, Brumadinho, Esmeraldas e Ibirité.
Manganês e ferro	Ferro solúvel, manganês, sólidos em suspensão e turbidez.	Implantar ou adequar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas nos municípios de Queluzita, Belo Vale, Brumadinho, Itatiaiuçu, Igarapé, Juatuba, Mateus Leme e Curvelo.
Ouro	Sólidos em suspensão e mercúrio.	Verificar <i>in loco</i> possibilidade de garimpagem clandestina no rio Paraopeba nos municípios de Congonhas e Jeceaba.
Esgoto Doméstico	Coliformes fecais, cor, fosfato total, amônia não ionizável, índice de fenóis, sólidos em suspensão, surfactantes aniônicos e turbidez.	Dar seqüência às ações de saneamento, em curso, junto aos municípios de Entre Rios de Minas, São Brás de Suaçui, Brumadinho, São Joaquim de Bicas, Igarapé, Florestal e Juatuba. Promover gestões junto às Prefeituras de Casa Grande, Cristiano Otoni, Queluzita, Belo Vale, Desterro de Entre Rios de Minas, Moeda Piedade dos Gerais, Bonfim, Crucilândia, Itatiaiuçu, Ibirité, Mário Campos, rio Manso, Sarzedo, Mateus Leme, São José da Varginha, Pequi, Caetanópolis, Maravilhas, Papagaios, Paraopeba, para implementação de obras de saneamento básico.

Fonte: IGAM (2002c)

O teor de **surfactantes aniônicos**, que estão associados aos despejos de esgoto doméstico, também superou o limite de classe estabelecido na legislação ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$ LAS) no rio Paraopeba nas estações BP071 e BP072, onde se detectou o valor de $1,24 \text{ mg L}^{-1}$ LAS.

A concentração de **ferro solúvel** ocorreu acima do padrão no rio Paraopeba na localidade de Cachoeirinha (BP082), sendo detectado um máximo de $0,99 \text{ mg L}^{-1}$, três vezes maior que o valor estabelecido pela legislação. Além dessa última, as concentrações de ferro ultrapassaram o limite permitido em dez das dezoito estações de amostragem do rio Paraopeba.

A concentração de **mercúrio** apresentou-se acima do limite de classe no rio Paraopeba logo após a foz do rio Camapuã (BP027), na primeira campanha de 2001 e também na estação BP086, em agosto de 2001. Foi registrada também a ocorrência de teor inaceitável de **cianeto**, em uma das campanhas realizadas, no rio Paraopeba na cidade de Belo Vale (BP029).

Em todo o rio Paraopeba foi generalizada a detecção de concentrações de índices de **fenóis** em desacordo com o padrão legal, sendo que 40% dos pontos ao longo do rio apresentaram concentração alta de índice de fenóis e 60% apresentaram contaminação média. Esta ocorrência pode estar relacionada ao lançamento de efluentes de indústrias siderúrgicas locais. Nos pontos do rio Paraopeba no local denominado Fecho do Funil (BP068) e a montante da foz do rio Pequeri (BP079), verificaram-se altas concentrações de **amônia não ionizável** na segunda campanha, além da contaminação por **índice de fenóis**. Na estação BP071, as concentrações de amônia não ionizável superaram os padrões ambientais em três das quatro campanhas de amostragem.

Pode-se observar através de todos os pontos monitorados no rio Paraopeba sendo eles logo após a foz do rio Camapuã (BP027), na cidade de Belo Vale (BP029), na localidade de Melo Franco (BP036), no local denominado Fecho do Funil (BP068), a jusante da foz do ribeirão Sarzedo (BP070), a jusante da foz do rio Betim (BP072), a jusante da foz do rio Pardo (BP078), a montante da foz do rio Pequeri (BP079), na localidade de Cachoeirinha (BP082) e logo após a foz do Ribeirão Macacos (BP083) uma forte característica de poluição difusa ao avaliar que há uma piora na qualidade das águas quando há um aumento da vazão.

Rio das Velhas

No rio das Velhas algumas estações de amostragem apresentaram desconformidades em relação aos padrões ambientais devido aos altos valores de **coliformes fecais, DBO, oxigênio dissolvido e turbidez**.

Na maioria das estações de amostragem no curso do rio das Velhas foi possível observar que, ocorre uma diminuição na qualidade das águas na época das cheias nas estações: rio das Velhas logo a montante da foz do rio Itabira (BV013), rio das Velhas logo a jusante da foz do rio Itabira (BV037), rio das Velhas logo a jusante do ribeirão Água Suja (BV063), rio das Velhas logo a montante da foz do ribeirão Sabará (BV067), rio das Velhas a montante da ETA/COPASA em Bela Fama (BV139), rio das Velhas na cidade de Santana do Pirama (BV141), rio das Velhas a jusante do rio Pardo Grande (BV146), rio das Velhas na cidade de Várzea da Palma (BV148), rio das Velhas em Guacuí (BV149), rio das Velhas entre os rios Paraúna e Pardo Grande (BV152) e rio das Velhas logo a jusante do rio Jabuticatubas (BV156). Esta condição demonstra que essas estações recebem o efeito da poluição difusa (Quadro 11).

Em locais onde há poluição pontual, verificou-se que na época das cheias há uma melhoria do índice de qualidade das águas. As estações de amostragem que representam essa condição estão localizadas no rio das Velhas na Ponte Raul Soares (BV137) e no rio das Velhas a jusante do ribeirão da Mata (BV153). Nas demais estações, rio das Velhas logo a jusante do ribeirão Arrudas (BV083), logo a jusante do ribeirão do Onça (BV105) e a montante da foz do rio Paraúna (BV142), não foi possível verificar uma correlação clara entre a vazão e a qualidade das águas.

Os maiores valores de **sólidos em suspensão** ocorreram, principalmente, no rio das Velhas na ponte Raul Soares (BV137) e a montante da foz do rio Paraúna (BV142). As médias anuais de sólidos nos pontos BV137 e BV142 foram de 233 mg L⁻¹ e 180 mg L⁻¹ em 2001, respectivamente.

Quadro 11. Fontes de poluição, principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio das Velhas.

Fontes	Indicadores	Ações
Agricultura	Cobre, cor, ferro solúvel, fosfato total, nitrogênio amoniacal, OD e turbidez.	Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água nas atividades agrícolas em toda a área de drenagem do médio e baixo curso, bem como a utilização orientada de agrotóxicos.
Avicultura	Amônia não ionizável, coliformes fecais, sólidos em suspensão e turbidez.	Implementar ou adequar os sistemas de controle ambiental das respectivas empresas nas regiões do médio e baixo curso.
Pecuária	Coliformes fecais, índice de fenóis, sólidos em suspensão e turbidez.	Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água, bem como a utilização equilibrada de herbicidas, carrapaticidas, etc. nas regiões do médio e baixo curso.
Suinocultura	Coliformes fecais, índice de fenóis, sólidos em suspensão, turbidez e zinco.	Implementar ou adequar os sistemas de controle ambiental em suinoculturas, bem como incentivar a utilização equilibrada de herbicidas, carrapaticidas, etc. na região do médio curso.
Esgoto doméstico	Coliformes fecais, DBO, OD, amônia não ionizável, nitrogênio amoniacal, surfactantes aniônicos, fosfato total, índice de fenóis, sólidos em suspensão e turbidez.	Implantar e/ou adequar os sistemas de disposição do lixo, saneamento e de drenagem de águas pluviais em todos os municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte.
Expansão urbana	Sólidos em suspensão e turbidez.	Implantar e/ou adequar os sistemas de controle ambiental de parcelamentos urbanos em todos os municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Fonte: IGAM (2002e)

A **turbidez** apresentou-se acima do limite estabelecido na legislação nas segunda, terceira e quarta campanhas de 2001 no rio das Velhas na ponte Raul Soares (BV137) e na primeira e quarta campanhas a montante da foz do rio Paraúna (BV142).

Além destas estações, destacaram-se com elevados valores de **sólidos em suspensão**, o rio das Velhas na cidade de Santana do Pirapama (BV141), a jusante do ribeirão da Mata (BV153) e a jusante do rio Jabuticubas (BV156).

O comprometimento das águas do rio das Velhas por cargas orgânicas, que são indicadas através das concentrações de **DBO e oxigênio dissolvido**, foi observado nos pontos a jusante das confluências do ribeirão Arrudas (BV083), ribeirão do Onça (BV105) e ribeirão da Mata (BV153). Além desses, pode-se destacar o rio das Velhas na ponte Raul Soares (BV137), que registrou valor médio de DBO de 41,5 mg L⁻¹.

As melhores condições de **DBO** ocorreram no rio das Velhas logo a jusante do rio Itabira (BV037) e a montante da ETA/COPASA, em Bela Fama (BV139), com valores máximos registrados de < 2 mg L⁻¹.

Deve-se ressaltar, no entanto, como resultado do processo de autodepuração natural e da diluição pelo aporte de águas de melhor qualidade, o rio das Velhas alcançou o rio São Francisco com **DBO** igual ou inferior a 3 mg L⁻¹. Isto pode ser observado através da estação de monitoramento no rio das Velhas em Guaicuí (BV149). As menores concentrações de

oxigênio dissolvido no rio das Velhas foram identificadas a partir do trecho entre a confluência com o ribeirão Arrudas (BV083) até o segmento a jusante do rio Jaboticatubas (BV156). As situações mais críticas de oxigênio dissolvido no rio das Velhas foram registradas nos trechos a jusante da ponte Raul Soares (BV137), do ribeirão da Mata (BV153), e do ribeirão do Onça (BV105), com valores mínimos de OD igual a $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$, nos dois primeiros pontos, e $1,2 \text{ mg.L}^{-1}$ no último.

A partir do trecho do rio das Velhas entre os rios Paraúna e Pardo Grande (BV152) já se observa uma recuperação nos teores de **oxigênio dissolvido**, onde foram registrados valores em conformidade com o padrão estabelecido na legislação.

Observaram-se teores críticos de **amônia não ionizável** no rio das Velhas na cidade de Santana do Pirapama (BV141) e rio das Velhas a montante da foz do rio Paraúna (BV142), com valores de $0,072 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,089 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente, enquanto o limite da legislação correspondente à classe de enquadramento é $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$.

Em relação ao parâmetro **fosfato total**, verificou-se um comprometimento quase que na totalidade da bacia do rio das Velhas, com concentrações superiores a $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$, P que é o limite estabelecido na legislação, em pelo menos uma das campanhas de 2001.

Observou-se que, após a confluência com o ribeirão Arrudas, a situação do rio das Velhas ainda é preocupante, a jusante do ribeirão da Mata (BV153), registrou-se um valor mínimo de $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ P e um valor máximo de $0,38 \text{ mg.L}^{-1}$ P. Em todas as estações de amostragem do rio das Velhas foram observadas desconformidades, em pelo menos uma campanha, com relação aos padrões de fosfato.

Com relação à presença de metais, ressalta-se a ocorrência generalizada de altos teores de **manganês**, principalmente na região do quadrilátero ferrífero, no alto curso da bacia do rio das Velhas, com destaque para o período chuvoso, quando se verificou as maiores concentrações desse metal no curso d'água.

No rio das Velhas, na cidade de Santana de Pirapama (BV141), foram registradas concentrações de manganês acima do limite da legislação em todas as campanhas, sendo que, na terceira campanha de 2001, observou-se um valor cerca de 42 vezes maior que o limite de estabelecido para classe 2. As concentrações de manganês ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação, no mínimo em duas campanhas de amostragem, em todas as estações localizadas no rio das Velhas.

Na seqüência são indicados pontos de ocorrência de metais com teores superiores aos respectivos limites de classe no rio das Velhas:

Arsênio: rio das Velhas na ponte Raul Soares (BV137), na cidade de Santana do Pirapama (BV141), e a montante do rio Paraúna (BV142).

Cobre: rio das Velhas logo a montante da foz do ribeirão Sabará (BV067), logo a jusante da foz do rio Itabira (BV037), logo a jusante do ribeirão Água Suja (BV063), a montante da ETA/COPASA em Bela Fana (BV139), na cidade de Santana do Pirapama (BV141) e rio das Velhas, em Guacuí (BV149).

Manganês: Todos os pontos no rio das Velhas em pelo menos uma das campanhas de amostragem.

Índices de fenóis: Ocorrência generalizada acima dos padrões definidos pela legislação em praticamente todo o rio das Velhas, exceto nas estações BV083, BV105, BV137 e BV153. A ocorrência de índice de fenóis se deve à presença, principalmente, de siderurgias que, no processo de limpeza dos gases de alto-forno, geram resíduos contaminados com fenóis e cianetos.

Chumbo: as concentrações de chumbo superaram o limite estabelecido pela legislação nas estações BV137 e BV153, em uma campanha de amostragem.

Concentrações de **cianetos** acima do limite estabelecido pela legislação não foram detectados, apesar da presença de siderúrgicas na área de interferência direta dos pontos de monitoramento do rio das Velhas.

Rio Jequitaiá

O rio Jequitaiá, monitorado a jusante da cidade de Jequitaiá (SF021), apresentou águas de boa qualidade, sendo observadas inconformidades para os parâmetros **fosfato total, coliformes e turbidez** em apenas uma das campanhas de 2001. No Quadro 12 são apresentadas as principais fontes de poluição.

Quadro 12. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Jequitaiá.

Fontes	Indicadores	Ações
Metalurgia	Cobre, cor, manganês, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias metalúrgicas localizadas no município de Jequitaiá.
Esgoto	Coliformes fecais, cor, fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez.	Promover gestões junto à Prefeitura e Promotora Pública do município de Jequitaiá para adequação do sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários do referido município

Fonte: IGAM (2002a).

O parâmetro **cor** apresentou valor acima do limite estabelecido na legislação na primeira campanha de 2001. Verificou-se também nesta mesma época que houve uma ocorrência discrepante de sólidos em suspensão.

As águas do Rio Jequitaiá a jusante da cidade de Jequitaiá (SF021) apresentaram contaminação por tóxicos alta em decorrência da elevada concentração de **cobre** ocorrida na quarta campanha de 2001.

O **manganês** apresentou elevada concentração na primeira campanha de 2001, sendo que só foi analisado nas campanhas completas, podendo estar associado às atividades minerárias desenvolvidas na região de influência direta deste ponto.

Rios Paracatu e Preto

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu (MINAS GERAIS, 1998d), de modo geral as águas superficiais da bacia do rio Paracatu em seus estados naturais apresentam boas condições (de acordo com as análises efetuadas), tanto para abastecimento d'água quanto, conseqüentemente, para outros usos.

Segundo o Plano da bacia, as restrições em alguns parâmetros físicos (principalmente **cor e turbidez**) e bacteriológicos (**coliformes**) decorrem de origens conhecidas, naturais e/ou de intervenções antrópicas. Algumas são sazonais causadas pelas chuvas que carregam sedimentos, portanto parcialmente fora de controle, como é o caso dos fertilizantes e pesticidas agrícolas, cujos usos no entanto podem ser regulamentados e controlados aliviando os seus impactos negativos sobre as águas superficiais; outras decorrem do uso inadequado do solo (controlável e regulamentável, como é o caso de minerações e garimpos); e outras ainda resultam do lançamento de esgotos brutos e lixo nos corpos d'água (também controlável a partir da adoção de tratamentos adequados). Neste último caso o exemplo de Unaí é flagrante. Os resultados das análises bacteriológicas no rio Preto a jusante da confluência do córrego Canabrava, principal corpo receptor de esgoto sanitário da cidade, mostram os elevados teores de bactérias **coliformes** que permanecem nas águas, mesmo após alguns quilômetros abaixo da barra do córrego Canabrava. As principais fontes de poluição na bacia do rio Paracatu estão apresentadas no Quadro 13.

Quadro 13. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Paracatu.

Fontes	Indicadores	Ações
Extração de pedras preciosas, argila e areia (rio da Prata)	Turbidez, manganês, chumbo e sólidos em suspensão.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias de extração de pedras preciosas e de argila e areia localizadas no município de João Pinheiro
Esgoto doméstico (rio da Prata e Córrego Rico)	Coliformes fecais, manganês, fosfato total, índice de fenóis, sólidos em suspensão e turbidez	Promover gestões junto à Prefeitura e Promotoria Pública dos municípios de Paracatu e João Pinheiro para adequação do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário do referido município

Fonte: IGAM (2002,a)

Segundo o Plano da bacia, a partir de 1991 a COPASA passou a fazer rotineiramente análises cromatográficas e de metais, junto com as análises físico-químicas que já vinha desenvolvendo, visando detectar na água bruta a presença de compostos organo-fosforados, organo-clorados e metais pesados (mercúrio, cádmio, cromo e chumbo). Os resultados dessas análises não têm detectado a presença desses compostos nos mananciais utilizados pela COPASA. A salientar apenas a ocorrência de óleos e graxas em teores acima dos recomendados pela legislação em vigor. De forma geral, os parâmetros físico-químicos analisados nas águas brutas, particularmente as dos mananciais da COPASA, tem se situado abaixo dos valores máximos permitidos (VMP) para a água pós-tratada (Portaria do Ministério da Saúde nº 36 de 2000).

O Plano da bacia conclui que todos os cursos d'água da bacia do Paracatu, a partir dos resultados disponíveis das análises efetuadas enquadram-se na Classe 2, havendo mesmo algumas situações em que poderiam ser classificados na classe 1, (alguns tributários do rio Preto a montante do eixo da UHE de Queimado).

Segundo o IGAM (2002), em 2001 todos os pontos monitorados no rio Paracatu apresentaram boa qualidade das águas. Pode-se verificar que, com o aumento da vazão, a qualidade da água piorou no rio Paracatu próximo de sua foz no rio São Francisco (PT013), o que caracteriza a poluição difusa causada por ambientes urbanos e por mineradoras que atinge esse corpo d'água. Nos pontos a montante da foz do rio da Prata (PT003) e a jusante de Brasilândia de Minas (PT009) não foi observada uma relação coerente entre a vazão e a qualidade das águas.

O parâmetro que apresentou desconformidade no rio Paracatu foi o **fosfato total**, a montante da foz do rio da Prata (PT003) em três campanhas, a jusante de Brasilândia de Minas (PT009) na primeira campanha e próximo de sua foz no rio São Francisco (PT013) nas duas primeiras campanhas de 2001.

Algumas estações de amostragem apresentavam contaminação por metais: **manganês** (PT007), e **cobre** (PT013). Ao longo do rio Paracatu foi constatada a ocorrência de índice de fenóis em todas as estações de amostragem, o qual teve valores acima do limite estabelecido em pelo menos uma das campanhas.

O rio Preto, monitorado a jusante da cidade de Unai (PT007), apresentou a qualidade das águas comprometidas, especialmente, na primeira e segunda campanhas de 2001, em decorrência dos seguintes parâmetros: **coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio e turbidez**. Deve-se destacar também a ocorrência de fosfato total acima do limite da legislação em praticamente todas as campanhas de 2001.

No rio Preto a jusante da cidade de Unai (PT007) observou-se uma melhoria na qualidade das águas no período de menor vazão desse curso d'água, indicando o recebimento de cargas de poluição difusa provenientes da região que interfere diretamente nesse ponto de amostragem. A concentração de **manganês** superou o limite estabelecido na legislação na primeira campanha de 2001 e, as concentrações de sólidos em suspensão apresentaram-se elevadas. Estes dois parâmetros juntamente com a turbidez podem estar associados às atividades minerárias na sub-bacia do rio Preto. O Quadro 14 apresenta as fontes de poluição localizadas na bacia do rio Preto.

Quadro 14. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Preto.

Fontes	Indicadores	Ações
Extração de calcário	Manganês, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias de extração de calcário localizadas no município de Unai.

Fonte: IGAM (2002,a)

Rio Urucuia

Os parâmetros que se destacaram no rio Urucuia nos pontos de amostragem UR001 e UR007, com ocorrências acima dos padrões estabelecidos na legislação, foram: **coliformes fecais, fosfato total e turbidez**. Estes parâmetros podem estar relacionados aos lançamentos de esgotos sanitários ao longo desse curso d'água.

Pode-se verificar que, de um modo geral, quando há aumento da vazão, a qualidade piora no rio Urucuia a jusante da foz do ribeirão São Vicente (UR001) e a jusante da cidade de Arinos (UR007). Isto é um indicativo da descarga de poluição difusa neste corpo d'água (Quadro 15).

O parâmetro **cor** atingiu valores elevados no rio Urucuia a jusante da foz do Ribeirão São Vicente (UR001) na primeira campanha de 2001, sendo analisado apenas na primeira e terceira campanhas. Concentrações elevadas de sólidos em suspensão, que foram detectadas nos dois pontos de amostragem, apresentaram as maiores ocorrências no período chuvoso no rio Urucuia a jusante da foz do ribeirão São Vicente (UR001).

Quadro 15. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Urucuia.

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	Coliformes fecais, cor, fosfato total, sólidos em suspensão, índice de fenóis e turbidez.	Promover gestões junto às Prefeituras dos municípios de Buritis e Arinos para adequação do sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários dos referidos municípios.

Fonte: IGAM (2002a)

O **índice de fenóis** apresentou-se fora do padrão da legislação em função das indústrias de fertilizantes existentes na região, nas estações UR001 e UR007.

Também foi registrada concentração de **manganês** acima do limite da legislação no rio Urucuia à jusante da cidade de Arinos (UR001), na primeira campanha de 2001.

Bacia do Rio Verde Grande

As águas do rio Verde Grande apresentaram-se dentro dos padrões ambientais somente no trecho próximo de sua foz no rio São Francisco (VG011), nos demais trechos monitorados foram detectadas inconformidades. Contribuíram para esta situação os parâmetros **coliformes fecais, fosfato total, sólidos totais, nitrato e DBO**.

A presença de materiais orgânicos foi mais acentuada no rio Verde Grande a jusante de Capitão Enéias (VG004) e na estação VG003, verificada pela **demanda bioquímica de oxigênio e pelo oxigênio dissolvido**. Observou-se também nesse trecho a ocorrência de fosfato total com valores acima do limite estabelecido na legislação. Estes resultados demonstram o comprometimento da qualidade das águas por esgotos sanitários (Quadro 16).

Quadro 16. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Verde Grande.

Fonte	Indicadores	Ações
Esgotos domésticos	Amônia não ionizável, coliformes fecais, DBO, fosfato total, índice de fenóis, sólidos em suspensão e turbidez.	Promover gestões junto às Prefeituras e Promotorias Públicas dos municípios de Capitão Enéias, Jaíba, Montes Claros e Guaraciama para adequação do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário dos referidos municípios.

Fonte: IGAM (2002b).

No trecho monitorado a montante da foz do rio Juramento (VG001) foram registradas elevadas incidências de **sólidos em suspensão e turbidez**, especialmente na quarta campanha de 2001.

Os metais, **ferro solúvel e manganês** também registraram valores acima dos limites estabelecidos para classe 2, na última campanha de 2001, no rio Verde Grande a montante da foz do rio Juramento (VG001). Foram registradas elevadas concentrações de **amônia não ionizável** no rio Verde Grande a jusante da cidade de Capitão Enéias (VG004), em duas campanhas de 2001. Esses valores podem estar relacionados ao lançamento de esgotos sanitários neste trecho do curso d'água. A presença de **fenóis** acima dos limites permitidos pela legislação foi registrada nas estações VG003 e VG005.

O ribeirão dos Vieiras, importante afluente do rio Verde Grande, corpo receptor dos esgotos sanitários e efluentes industriais da cidade de Montes Claros, encontra-se em situação crítica. A qualidade das águas apresentou-se ruim em todas as campanhas de monitoramento em 2001. Constatou-se que esse trecho apresenta a pior situação da sub-bacia do rio Verde Grande (Quadro 17).

A quantidade de águas no ribeirão dos Vieiras, a jusante da cidade de Montes Claros (VG003), não apresentou muita variação em 2001. Os resultados encontrados para os parâmetros avaliados mostraram que as principais inconformidades são verificadas para **fosfato total, coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido**, indicando haver fortes contribuições por esgotos domésticos e efluentes industriais, advindos principalmente do município de Montes Claros.

Quadro 17. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias no ribeirão dos Vieiras.

Fontes	Indicadores	Ações
Indústrias alimentícias e têxteis	Amônia não ionizável, fosfato total, DBO, OD, sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias de alimentos e têxteis localizadas no município de Montes Claros.
Metalúrgicas	DBO, índice de fenóis, manganês, OD, sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias metalúrgicas localizadas no município de Montes Claros.
Esgoto doméstico	Amônia não ionizável, coliformes fecais, fosfato total, índice de fenóis, DBO, OD, sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão.	Promover gestões junto à Prefeitura e Promotora Pública do município de Montes Claros para adequação do sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários do referido município.

Fonte: IGAM (2002b)

Deve-se levar em consideração a elevada densidade populacional que este município apresenta e a ausência de tratamento dos seus esgotos nos níveis mínimos necessários para preservar a qualidade das águas do corpo receptor. As cargas orgânicas atuaram diretamente na redução dos teores de oxigênio dissolvido das águas do ribeirão dos Vieiras, tendo sido constatada baixa oxigenação em todas as campanhas, indicando, assim, a gravidade da situação.

Os resultados de **manganês** apontaram uma elevada concentração deste metal no ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros (VG003), podendo este fato estar correlacionado ao lançamento de efluentes de indústrias metalúrgicas da cidade de Montes Claros.

Ressalta-se no município de Montes Claros a existência de diversas atividades industriais, destacando-se as do ramo alimentício e têxtil, que podem estar contribuindo com a degradação do ribeirão dos Vieiras.

O conjunto de resultados torna evidente a persistência do grave problema de poluição hídrica no ribeirão dos Vieiras, a jusante da cidade de Montes Claros (VG003), e dos efeitos negativos dessas águas na qualidade do rio Verde Grande, no trecho imediatamente a jusante da confluência com esse curso d'água (VG004).

No rio Gorutuba próximo de sua foz no rio Verde Grande (VG009), não foi possível realizar as coletas das campanhas de maio, setembro e novembro em decorrência da reduzida quantidade de água nos cursos d'água no norte do Estado de Minas Gerais. O rio Gorutuba, a jusante da cidade de Janaúba (VG007), apresentou comprometimento da qualidade da água, que foi resultante, sobretudo, da redução significativa do oxigênio dissolvido em suas águas (Quadro 18).

Quadro 18. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Gorutuba.

Fontes	Indicadores	Ações
Indústrias alimentícias	Coliformes fecais, fosfato total e OD.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias alimentícias localizadas no município de Janaúba.
Esgoto doméstico	Coliformes fecais, fosfato total, índice de fenóis e OD.	Promover gestões junto à Prefeitura e Promotoria Pública do município de Janaúba para adequação do sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários do referido município.

Fonte: IGAM (2002b).

Bacia do Rio Carinhanha

O rio Carinhanha apresenta uma estação de monitoramento de qualidade de água localizada nas proximidades da foz com o rio São Francisco, no município de Carinhanha. De acordo com os dados obtidos na campanha de 2001 do CRA (CRA, 2002), não foram observadas incompatibilidades com os padrões ambientais estabelecidos pela Resolução CONAMA 20 de 1986.

Bacia do Rio Corrente

A avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Corrente é apresentada no Plano Diretor desta bacia (BAHIA, 1995a). Em outubro de 1994, foi realizada inspeção à área de estudo, onde foram coletadas amostras de água do rio Correntina, na cidade de Correntina (P-1), no rio Formoso, nas cidades de Jaborandi (P-2) e Santa Maria da Vitória (P-3), e no rio Corrente, a montante (P-4), a jusante (P-5) e na cidade de Santa Maria de Vitória (P-5), e ainda na cidade de Barra (P-7), para a caracterização da qualidade das águas dos rios e detecção das alterações devido à poluição.

Em todos os pontos amostrados foram determinados os parâmetros: **alcalinidade, cálcio cloretos, cor, pH, sólidos totais, dureza, ferro, fosfato, nitrogênio amoniacal e turbidez**. Nos pontos próximos às cidades foram também analisados os parâmetros: **oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e coliforme fecal**. Embora tenha sido constatado o uso de produtos químicos nas áreas agrícolas, a concentração encontrada foi ainda muito baixa, inferior ao limite de detecção, não justificando a sua análise. (BAHIA, 1995a).

Os valores encontrados na análise da qualidade da água encontram-se adequados para irrigação de hortaliças consumidas cruas nos rios a montante da cidade de Correntina e da cidade de Jaborandi. A jusante destas cidades a qualidade das águas é adequada para irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e para recreação de contato primário.

Os valores encontrados de **coliformes fecais** no rio Correntina na altura da cidade de Correntina são superiores àqueles estabelecidos para recreação de contato primário, o que se deve provavelmente ao lançamento de esgotos domésticos neste curso d'água, que é a principal fonte de poluição encontrada nesta bacia.

Os esgotos gerados pela população local têm tido destino final diferente, em função do tipo de ocupação humana. Na zona rural e em localidades de pequeno porte, o esgoto é filtrado no solo através de fossas e outros dispositivos de modo que, ao se filtrar no solo, a matéria orgânica é depurada e os eventuais microrganismos patogênicos são destruídos. Com exceção de pontos localizados, esses esgotos não têm alterado as características das águas dos rios. O mesmo não acontece nas localidades maiores como Correntina e Santa Maria da Vitória, onde o adensamento populacional e a baixa permeabilidade do solo impedem o uso generalizado de dispositivos como fossa (e sumidouro), ocasionando o lançamento de esgotos na rua ou no sistema de drenagem como o rio Corrente e Formoso. Em Jaborandi, observa-se também a presença de esgoto nas ruas da cidade.

Embora a região esteja passando por um processo de desenvolvimento agrícola, a industrialização subsequente ainda não ocorreu, não havendo, portanto o lançamento de efluentes industriais nos rios da região. No cadastro de outorga do Estado da Bahia, encontra-se apenas ocorrência de outorga para abastecimento industrial no rio Arrojado na cidade Correntina. Nesta região, destacam-se apenas os matadouros das cidades que lançam nos rios, além dos resíduos líquidos, os resíduos sólidos, causando problemas localizados para a população.

O CRA possui na bacia do rio Corrente quatro estações de monitoramento da qualidade de água (CT 2050/2500/2550/2800) e a ANA opera a estação 4591001. Nas avaliações realizadas durante o ano de 2001 somente na estação CT2800 foram observadas desconformidades em relação aos padrões ambientais (Cádmio). As fontes de poluição na bacia do rio Corrente estão apresentadas no Quadro 19.

Quadro 19. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Corrente.

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	OD, DBO e coliformes fecais.	Implantação de rede coletora de esgotos e sistemas de tratamento pelos municípios de Correntina e Santa Maria da Vitória e Jaborandi
Matadouros	DBO, OD	Controle da poluição dos matadouros

Bacia do rio Grande e tributários da margem esquerda do Reservatório Sobradinho

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande (BAHIA,1996a), os rios que banham a região apresentam águas de boa qualidade, sendo indicadas para vários usos. Esta qualidade deve-se a alguns fatores como a alta permeabilidade do solo da bacia, ao relevo da região que é praticamente plano evitando o carreamento de material para o rio, e, principalmente, pelo fato de os rios serem alimentados pelo lençol freático em pelo menos 70% da vazão escoada. Com o crescimento das cidades, construção de estradas e desmatamento de áreas para implantação de agricultura, verificam-se as possibilidades de alterações da qualidade das águas superficiais.

Segundo o plano da bacia, os esgotos domésticos produzidos pela população local têm destino final diferentes, em função do tipo de ocupação humana. Nas localidades rurais o tratamento do esgoto é feito através de fossas e outros dispositivos, em geral não alterando as características das águas dos rios. Em localidades maiores, como São Desidério e Barreiras, devido à baixa permeabilidade do solo, dispositivos como fossas e sumidouros são menos utilizados, ocasionando o lançamento de esgotos na rua e em valas a céu aberto ou no sistema de águas pluviais, indo finalmente para os rios da região como o São Desidério e o Grande, podendo afetar a saúde da população que se utiliza dessas águas.

As indústrias implantadas na região recentemente possuem processos produtivos mais avançados, nos quais se produz menor quantidade de águas residuárias. Além disso, sua implantação foi feita sob controle do CRA - Centro de Recursos Ambientais, que tem exigido para a área a montante de Barreiras, o lançamento indireto dos afluentes líquidos industriais nos corpos d'água.

A avaliação da qualidade das águas nas bacias do rio Grande e Tributários da Margem Esquerda do Lago Sobradinho é apresentada no Plano Diretor de Recursos Hídricos destas bacias (BAHIA, 1996a) e foi realizada nos meses de outubro e novembro de 1995 a partir de inspeções na região. Na ocasião foram coletadas seis amostras, sendo um na nascente do rio do Ouro, dois no rio Preto, localizados nas cidades de Formosa de rio Preto e de Santa Rita de Cássia, e três no rio Grande, localizados nas cidades de Angical, Boquerião e Barra. Nos tributários da margem esquerda do lago Sobradinho e do Riacho Brejo Velho não foi possível coletar amostras de água por que os mesmos encontravam-se secos.

Em todos os pontos foram coletadas amostras para a análise de parâmetros físico-químicos, sendo que em dois pontos foram também coletadas para análise bacteriológica de coliforme. Os valores de **pH**, próximos a 6, refletem a característica ácida dos solos da região. Os pontos localizados mais a jusante da bacia apresentaram valores de pH um pouco mais elevados como consequência da mudança do tipo de solo e dos despejos de esgoto e irrigação (ambos alcalinos) (BAHIA, 1996a).

Os resultados de **turbidez** encontrados foram baixos, em consequência da presença de solos arenosos e a baixa declividade da região. O acréscimo observado de montante para jusante pode ser explicado pelo processo natural acumulativo e também ao desmatamento e lançamento de esgotos e outros resíduos. Os valores de dureza, sulfato, cloreto e ferro, inferiores aos limites de potabilidade, corroboram com os resultados encontrados para turbidez (BAHIA, 1996a).

De acordo com os resultados da campanha de amostragem realizada em 2001 pelo CRA (CRA, 2002) em três estações no rio Grande (RG2250/2800/2900) e duas no rio das Ondas (RO 2500/2600), a única desconformidade observada foi com relação às concentrações de **coliformes fecais** na estação do rio Grande RG2800 localizada sob a ponte da estrada BA-443 no povoado de Estreito, possivelmente a contaminação das águas por coliformes deve-se ao despejo de efluentes gerados no povoado próximo à estação.

Rios Verde e Jacaré

As observações feitas a seguir se baseiam em dados do Centro de Recursos Ambientais da Bahia (CRA, 2002).

A presença de **coliformes fecais** ultrapassou os limites estabelecidos pela legislação competente em todos os pontos monitorados nos rios Verde e Jacaré RV 2600 e RV2650, localizados no rio Verde (no município de Itaguaçu) e, no rio Jacaré, os pontos JE 2100, JE 2200, JE 2600 e JE 2700 (localizados nos municípios de Canarana, Bairro Alto e América Dourada, respectivamente). A concentração máxima de nitrogênio total ocorreu no ponto JE 2700 (22 mg L^{-1}).

O ponto RV 2100 amostrado na superfície, meio e fundo apresentou concentrações de **oxigênio dissolvido** compatíveis com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para as águas pertencentes à Classe 2. Ainda com relação às concentrações de oxigênio dissolvido, destacam-se: a estação JE 2100 ($4,85 \text{ mg L}^{-1}$) e, a estação RV 2650 ($16,92 \text{ mg L}^{-1}$). Na estação JE 2200 (rio Jacaré, próximo ao município de Bairro Alto) a **DBO** foi superior a 5 mg L^{-1} , nessa mesma estação a **DQO** (Demanda Química de Oxigênio) foi de 62 mg L^{-1} . O ponto RV2100 apresentou concentrações não detectáveis de DBO e concentrações de DQO que oscilaram entre 20 e 29 mgL^{-1} .

Nas estações de amostragem dos rios Verde e Jacaré as concentrações de **sólidos totais dissolvidos** oscilaram entre 596 e 930 mg L^{-1} , ultrapassando o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986. Os valores de **condutividade elétrica** oscilaram entre 1,039 e $1,732 \text{ mS cm}^{-1}$. O ponto RV 2100 apresentou concentrações de sólidos totais e sólidos totais dissolvidos reduzidas, sendo compatíveis com a Resolução. Este ponto também apresentou valores reduzidos de condutividade.

O ponto RV 2100 apresentou concentrações de **ferro, cobre, chumbo, cádmio, zinco e cromo hexavalente** abaixo do limite estabelecido para a Classe 2 pela Resolução CONAMA 20/86 para esses parâmetros nas amostras coletadas na superfície, meio e fundo.

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos Bacia dos Rios Verde e Jacaré Margem Direita do Lago de Sobradinho (BAHIA, 1996c), na região de América Dourada verificam-se muitas áreas cultivadas, predominantemente com olerícolas, sendo que este tipo de cultivo, geralmente, requer a utilização de grandes quantidades de defensivos agrícolas e fertilizantes. Nas proximidades do povoado de Mirorós, às margens do rio Verde, também é grande a concentração de cultivos de cebolas e curcubitáceas, que utilizam diversos tipos de defensivos agrícolas. O Plano da bacia considera de fundamental importância uma investigação criteriosa sobre o estado de conservação e o risco de contaminação dos mesmos, além de um rígido controle na comercialização desses produtos (Quadro 20).

Quadro 20. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias nas bacias do rio Verde e Jacaré.

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	OD, DBO e coliformes fecais.	Implantação de rede coletora de esgotos e sistemas de tratamento pelos municípios

Rio Salitre

O diagnóstico apresentado a seguir foi obtido no Projeto Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Semi-Árido do Estado da Bahia, que apresenta uma proposta de enquadramento para a bacia do rio Salitre (UFBA, 2004).

Os pontos de amostragem de água e sedimento foram definidos pela UFBA ao longo da bacia do rio Salitre, tomando como base principalmente a presença de comunidades usuárias da água residentes nas proximidades do local, fontes potencialmente poluidoras e pré-existência de dados secundários para a água daquele ponto, além da nascente do rio. A avaliação da qualidade da água foi feita através da realização de duas campanhas de campo para amostragem de água e sedimento na bacia do Salitre. Neste trabalho foram apenas considerados, por questões metodológicas, os pontos de monitoramento localizados no curso principal do rio Salitre, em seus trechos perenes.

Essa avaliação da condição atual dos corpos d'água da bacia indicou inicialmente que existem parâmetros de qualidade da água encontrados fora dos limites aceitáveis pela legislação vigente, às vezes devido às condições naturais, como indica ser o caso dos parâmetros pH e Cor da água da nascente no período úmido, como também devido às interferências antrópicas.

Foi feito um estudo prévio para se determinar a forma mais adequada de calcular as salinidades das águas do rio Salitre, optando-se pelo uso do parâmetro STD, uma vez que este apresentou uma correlação mais forte com a condutividade, em comparação com o estudo de correlação da clorinidade e condutividade. Considerando-se toda a bacia hidrográfica, na primeira campanha (período úmido) foi observado que 45% dos pontos amostrados teve suas águas caracterizadas como doce (salinidade < 0,5‰), embora a salinidade foi considerada baixa (entre 0,5 e 5‰) para os pontos nos quais as águas foram consideradas salobras. Na segunda campanha (período seco) foi observado que 42% dos pontos apresentou 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 da região.

A Resolução CONAMA 20/86 limita o parâmetro **cor** verdadeira em 75 mg Pt L^{-1} para águas de classe 2. Este limite foi ultrapassado em 02 pontos amostrados no rio Salitre: o ponto 01, localizado na nascente do rio (caso fosse considerado classe 2), e o ponto 02, localizado na Barragem Tamboril. A nascente do rio Salitre foi o ponto que apresentou maior valor, com uma água muito escura, resultante da decomposição de galhos e restos de plantas e conseqüente formação de ácidos húmicos e fúlvicos. A Resolução CONAMA 20/86 limita o parâmetro **turbidez** em 100 UNT para águas de classe 2. Este limite foi ultrapassado apenas no ponto 21, dentre aqueles monitorados no rio Salitre, com o valor de 140 UNT.

Os padrões da CONAMA 20/86 referentes aos parâmetros **DBO e OD** para águas de classe 2 são: máximo de 5 mg L^{-1} e mínimo de 5 mg L^{-1} , respectivamente. Para as águas de classe 3 os parâmetros DBO e OD têm os seguintes padrões: máximo de 10 mg L^{-1} e mínimo de 4 mg L^{-1} , respectivamente. No rio Salitre estes parâmetros ultrapassaram seus respectivos limites em ambos os períodos de amostragem (úmido e seco), sendo que a DBO teve seu limite ultrapassado em 05 pontos, enquanto que o OD ultrapassou o limite da respectiva classe em 02 pontos.

O **pH** é limitado pelo CONAMA para as águas doces pelo intervalo de 6 a 9, e para águas salobras de classe 1 pelo intervalo de 6,5 a 8,5. Na nascente do rio Salitre (ponto 01), no período úmido, a água apresentou uma acidez natural, com pH de 3,5, devido, provavelmente, à formação de ácidos húmicos e fúlvicos, em função da biodegradação da matéria orgânica (galhos, restos de plantas) presente no corpo d'água. Além desse ponto, apenas a Barragem Casa Nova (ponto 05), no município de Ouro-lândia, apresentou um valor de pH fora da faixa permitida (5,5).

Quanto aos sais dissolvidos (não nitrogenados) o **cloro** foi a espécie de maior concentração na água, ultrapassando o padrão para águas de classe 2 (250 mg L⁻¹) no ponto 20. Em relação ao **sulfato**, vale destacar o valor encontrado no ponto 05, Barragem Casa Nova, no município de Ouralândia, com concentração de 1.627 mg L⁻¹. Quanto ao **fosfato**, foi detectado que o mesmo ultrapassou o padrão CONAMA em seis pontos monitorados no rio Salitre, tanto em águas doces quanto em águas salobras.

A análise de metais revelou a presença de **alumínio, cobre, ferro, níquel e manganês** em alguns pontos monitorados no rio Salitre.

Os **pesticidas organoclorados** foram investigados em todos os pontos de amostragem da bacia do rio Salitre, tanto na matriz água quanto na matriz sedimento, não sendo detectado em nenhum desses pontos.

Quanto ao aspecto microbiológico, quase todos os pontos monitorados no rio Salitre acusaram altos valores de **coliformes fecais e totais**, indicando a existência de contaminação do manancial por esgotos domésticos lançados indevidamente.

Durante os meses de agosto e setembro de 2002 foram coletados dados relativos às fontes de poluição na bacia do rio Salitre, com identificação de atividades urbanas, de mineração, industriais e agropastoris. Foram identificados problemas com: coleta e disposição final de resíduos sólidos; falta de sistemas de coleta de esgotos domésticos, com a grande maioria das casas não possuindo banheiros e fossas sépticas; atividades extrativas, localizadas em Ouralândia (extração de calcário e beneficiamento de mármore) e povoado de Caatinga do Moura, município de Jacobina (extração de calcário); atividade industrial de pouca relevância, sendo identificada uma fábrica para produção de cal em Caatinga do Moura, a partir do calcário extraído próximo à unidade de fabricação; atividades agropastoris com dejetos de animais e uso bastante disseminado de agrotóxicos na bacia do rio Salitre.

O Quadro 21 reúne as principais fontes de poluição da água encontradas na bacia.

Quadro 21. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias na bacia do rio Salitre.

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	OD, DBO, coliformes fecais, doenças relacionadas com os recursos hídricos (cólera, dengue, esquistossomose, febre tifóide e hepatite)	Implantação de rede coletora de esgotos e sistemas de tratamento pelos municípios. Todas as nove sedes dos municípios que pertencem a bacia e zona rural
Uso de dessalinizador de água sem manejo adequado de seu rejeito	Salinização do solo e das águas superficiais e subterrâneas	Implantação de manejo adequado dos dessalinizadores de água
Deficiência nos serviços de coleta e tratamento de resíduos sólidos urbanos	Poluição das águas superficiais e subterrâneas e degradação ambiental	Implantação de sistemas de coleta e tratamento de resíduos sólidos em todas as sedes municipais e na zona rural da bacia
Desenvolvimento de lavouras nas margens dos rios e lagos das barragens	Sólidos em suspensão, assoreamento dos corpos d'águas, carreamento de agrotóxicos para os cursos d'águas.	Recuperação das matas ciliares

Fonte: UFBA (2003).

Afluentes pernambucanos e alagoanos da margem esquerda do rio São Francisco

O Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco individualiza, dentro do Estado, vinte de nove Unidades de Planejamento Hídrico (PERNAMBUCO, 1998a). Entre essas unidades encontram-se os afluentes, pernambucanos e alagoanos, da margem esquerda do rio São Francisco: rios Pontal, das Garças, da Brígida, Terra Nova, Pajeú, Moxotó, Capiá, Ipanema, Traipú e Piauí. É importante destacar que o regime dos corpos de água nessas bacias é intermitente assim, a variabilidade quantitativa e qualitativa das águas nessas bacias é elevada.

Nesse trecho do rio São Francisco existe uma estação de monitoramento de qualidade de água - Estação Ibó SF – 020 (Belém do São Francisco) - mantida pela Companhia Pernambucana de Meio Ambiente. A ANA opera nesse trecho do São Francisco quatro estações: Juazeiro – 48020000, Ibó – 48590000, Traipú – 49660000, Própria – 49705000. Durante as amostragens realizadas em 2001 nessas estações não foram registrados parâmetros em desconformidade com a Classe 2 da Resolução nº 20/86 do CONAMA.

Nos afluentes não existem estações de monitoramento de qualidade da água. Informações sobre a qualidade da água são encontradas, somente, nos Planos Diretores de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Ipanema (ALAGOAS/PERNAMBUCO, 1998a e b), Traipú (ALAGOAS/PERNAMBUCO, 1998c e d) e Piauí (ALAGOAS, 1998b), constituindo-se de amostragens isoladas.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Ipanema – Estados de Pernambuco e Alagoas do ano de 1998, apresenta resultados da avaliação da qualidade das águas superficiais, a partir de uma amostragem no período de seca (26/10/1997) em dois pontos no rio Ipanema (rio Ipanema 1- Ponte sobre o rio Ipanema nas proximidades de Sant'Ana do Ipanema – rio Ipanema 2 – Ponte sobre o rio Ipanema na BR 423). De acordo com esse Plano Diretor o rio Ipanema apresentou desconformidades, com referência aos padrões estabelecidos para rios de classe 2 na Resolução CONAMA nº 20/86: **fósforo total**, **sólidos dissolvidos**, **coliformes fecais** no ponto 1 e **pH** no ponto 2.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Traipú, assim como o do rio Ipanema, realizou amostragens de água, em 27/10/1997, para a determinação de parâmetros físicos, químicos e biológicos em dois pontos um no rio Traipú – sob a ponte da BR 316 no município de Palmeira dos Índios, e outro em um afluente – rio Sertãozinho na estrada que liga o município de Major Isidoro a Jaramataia. As concentrações de **fósforo total** e de **sólidos totais dissolvidos** nos dois pontos de amostragem, **coliformes fecais** no rio Traipú, e **pH** no rio Sertãozinho estavam em desacordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº20/86. No rio Sertãozinho a água apresentava coloração esverdeada como um indicativo da presença de algas, e elevada concentração de **oxigênio dissolvido** (supersaturação).

No rio Piauí foram realizadas amostragens de água para a caracterização dos recursos hídricos no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí. Foram selecionados três pontos de amostragem no rio Piauí visando amostrar as regiões do alto, baixo e médio curso, as campanhas de amostragem foram realizadas em outubro de 1997 (período de estiagem). As estações estão localizadas: BP-001 (BR101 próxima à cidade de Junqueiro), BP-002 (estrada que leva a Vila de Camaçari, a montante de uma destilaria de álcool), BP-003 (rio Piauí a jusante da destilaria de Pindorama).

Nas amostragens realizadas no rio Piauí, destacam-se as elevadas concentrações de **coliformes fecais**, que apresentam-se em desconformidade com a Classe 2 nas estações BP-002 e BP-003.

Os resultados, da avaliação da qualidade da água, apresentados pelos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Ipanema, Traipú e Piauí forneceram indícios de que, nessas bacias, alguns usos, como o abastecimento humano, a irrigação e a dessedentação de animais, podem estar comprometidos. Porém, devido à pequena representatividade das amostras há a necessidade de maiores investigações (Quadro 22).

Quadro 22. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias nos afluentes pernambucanos e alagoanos da margem esquerda do rio São Francisco.

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	OD, DBO, fósforo total, sólidos dissolvidos, coliformes fecais	Implantação de rede coletora de esgotos e sistemas de tratamento pelos municípios

Nas amostragens realizadas no rio Traipú e no rio Ipanema foram observados elevados valores de **condutividade elétrica** 2.070 e 2.620 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e 4370 e 1964 $\mu\text{S cm}^{-1}$, respectivamente. Esse fato foi atribuído à redução do volume de água causado pelo processo de evaporação que prevalece sobre a precipitação no período de estiagem (época da amostragem), associado à natureza geoquímica das bacias hidrográficas.

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco os sais podem alcançar as águas superficiais através das seguintes vias:

“Descargas com maior teor de sais ocorrem em regiões cobertas por solos arenosos com camadas argilosas mais impermeáveis subjacentes e com sais. É o caso dos solos classificados como Planossolos e Solonetz seguidos dos Litólicos, Vertissolos e Bruno não Cálcicos. Os escoamentos percolam através da camada arenosa superficial que, em contato com a argila subjacente, dilui os sais. Esta, depois de saturada, instala um fluxo subterrâneo que alcança os rios dias após as chuvas que iniciaram a percolação”.

“A evaporação da umidade dos solos, que deixa sais acumulados na superfície, permitindo que eles sejam carregados para os corpos de água”.

De maneira geral, o aumento da quantidade de sais nos corpos de água ocorre devido à alta intensidade da evaporação de água que favorece a concentração nos períodos em que a precipitação é pequena ou nula. Situação, especialmente importante, em açudes e nas depressões existentes nos canais dos rios que se constituem nas reservas de água superficiais nos períodos de estiagem.

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

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó (ALAGOAS/PERNAMBUCO, 1998e) 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.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Capiá (ALAGOAS/PERNAMBUCO, 1998f) utilizou os dados de uma campanha amostral realizada pela COTEC Consultoria Técnica Ltda, entre março e agosto de 1984, que tinha como objetivos classificar as águas do rio Capiá e do riacho Canapi quanto aos percentuais iônicos, potabilidade, uso para irrigação e para consumo animal. De acordo com os resultados obtidos por essas análises, 72,4 % (n=21) das águas analisadas apresentaram resíduo seco superior a 2000 mg L⁻¹, o que as classifica como inaceitável para a dessedentação permanente do homem. De acordo as conclusões desse documento, as águas da bacia hidrográfica do rio Capiá são impróprias para o consumo humano e para irrigação.

De acordo com as considerações do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piauí, os teores de **sais dissolvidos** nesse rio podem ser considerados de intermediários a baixos, fato que o distingue dos demais corpos de água da região que tendem promover a concentração de sais na água nos períodos de estiagem.

Afluentes sergipanos da margem direita do rio São Francisco

A avaliação da condição atual dos corpos hídricos no Estado de Sergipe foi realizada a partir dos dados apresentados no estudo para o enquadramento dos cursos d'água de acordo com a Resolução nº CONAMA 20/86 (SERGIPE, 2003).

Nos anos de 2002 e 2003, foram realizadas duas campanhas de amostragem de qualidade de água (período seco e chuvoso) nos afluentes do rio São Francisco no Estado de Sergipe, visando obter subsídios para o enquadramento dos corpos de água dessa bacia localizados em seu território. Durante o trabalho foram determinados: salinidade, oxigênio dissolvido, cor, turbidez, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, potencial hidrogeniônico, alumínio, ferro, manganês, zinco, sódio, potássio, tensoativos, nitrogênio total, fósforo total e nitrogênio amoniacal.

Entre os afluentes do rio São Francisco no Estado de Sergipe, somente os rios Jacaré, dos Pilões e Betume tiveram as suas águas classificadas como doces. Nos demais rios amostrados as águas foram classificadas como salobras. Os rios dos Pilões e Betume apresentaram regime de escoamento permanente, os demais foram considerados intermitentes. As desconformidades encontradas nos afluentes do rio São Francisco referem-se principalmente a parâmetros associados ao lançamento de esgotos domésticos (DBO, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes). Entre todos os afluentes e açudes estudados, somente no rio dos Pilões é feita referência a elevadas concentrações de nutrientes e coliformes (Quadro 23).

Quadro 23. Fontes de poluição e principais indicadores e ações necessárias nos afluentes sergipanos da margem direita do rio São Francisco.

Fontes	Indicadores	Ações
Esgoto doméstico	OD, DBO, fósforo total, sólidos dissolvidos, coliformes fecais	Implantação de rede coletora de esgotos e sistemas de tratamento pelos municípios

4.3 Carga Orgânica Assimilável pelos Corpos de Água

Foi estimada uma carga orgânica de esgoto doméstico urbano, para o ano de 2000, de 498,8 t DBO/dia para a bacia do São Francisco. O Quadro 24 mostra a distribuição das cargas por

sub-bacia. Cabe destacar a importância da contribuição da região do Alto São Francisco, que responde por 62 % da carga orgânica na bacia, com destaque para as sub-bacias dos rios das Velhas e Paraopeba. Em função da expressiva carga orgânica, merecem atenção as sub-bacias dos rios Verde Grande (Médio São Francisco), Pajeú (Submédio São Francisco) e Baixo Ipanema e Baixo São Francisco (Baixo São Francisco)

Quadro 24. Carga orgânica de esgoto doméstico na bacia do São Francisco.

Sub-bacia	Carga orgânica de esgoto doméstico (t DBO/dia)	Relação carga da sub-bacia e da região fisiográfica (%)
Afluentes mineiros do Alto São Francisco	8,5	3
Rio Pará	29,9	10
Rio Paraopeba	44,9	14
Entorno da represa de Três Marias	7,0	2
Rio das Velhas	212,5	69
Rio de Janeiro e Rio Formoso	3,9	1
Rio Jequitáí	2,7	1
Região Fisiográfica do Alto São Francisco	309,4	62*
Alto Rio Preto	3,7	4
Rio Paracatu	11,1	11
Rio Pacuí	2,9	3
Rio Urucuaia	2,5	3
Rio Verde Grande	26,8	27
Rios Pandeiros, Pardo e Manga	6,5	7
Rio Carinhanha	1,2	1
Rio Corrente	5,0	5
Alto Rio Grande	6,9	7
Médio e Baixo Rio Grande	4,3	4
Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	14,3	15
Rios Verde e Jacaré	10,7	11
Margem esquerda do Lago de Sobradinho	2,2	2
Região Fisiográfica do Médio São Francisco	98,1	20*
Rio Salitre	2,1	4
Rio Pontal	9,9	18
Rio Garças	1,2	2
Rio Curaçá	4,6	9
Rio Brígida	6,9	13
Rio Terra Nova	4,5	8
Rio Macururé	0,9	2
Rio Pajeú	12,5	23
Rio Moxotó	4,4	8
Rio Curituba	4,7	9
Talhada	2,0	4
Região Fisiográfica do Submédio São Francisco	53,7	11*
Alto Rio Ipanema	10,0	26
Baixo Ipanema e Baixo São Francisco	21,8	58
Baixo São Francisco em Sergipe	5,9	16
Região Fisiográfica do Baixo São Francisco	37,6	7*
São Francisco	498,8	100

* Relação entre a carga da região fisiográfica e a da bacia do São Francisco

Foi realizada uma estimativa da carga e esgoto doméstico assimilável por diluição pelos corpos de água, considerando-se que todos estivessem enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA 20/86, ou seja, apresentando como limite máximo de DBO₅ o valor de 5 mg/L (CONAMA, 1986).

Os valores de carga de esgoto doméstico foram divididos pelas cargas assimiláveis calculadas para as vazões média, com permanência de 95% e disponibilidade hídrica (vazão regularizada com permanência de 95%). Valores superiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada no rio é superior a carga assimilável. Valores inferiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é inferior a carga assimilável.

É importante ressaltar que as estimativas de carga assimilável consideraram apenas a diluição dos rios, não tendo sido considerada a capacidade de autodepuração dos corpos d'água. Desta forma, a análise apresentada representa um cenário mais pessimista, mas que, entretanto, permite avaliar, ao longo da bacia, as áreas em que o lançamento da carga de esgotos domésticos, potencialmente, tem maior impacto sobre a qualidade de água dos rios.

A Figura 5 apresenta a relação de carga orgânica e carga assimilável para a vazão média. É possível observar que a situação mais crítica ocorre na margem direita da bacia do São Francisco, sendo representada principalmente pelos rios das Velhas, Verde Grande, Carnaíba de Dentro, Parnamirim, Verde e Jacaré, e os rios da região do Submédio (São Pedro, Salitre, Pajeú, Moxotó) e rio Ipanema. Como a vazão média pode ser considerada um limite superior em termos de disponibilidade qualitativa, os rios que apresentam problemas de assimilação de cargas com esta vazão apresentarão para as outras vazões consideradas neste estudo, que são a vazão com permanência de 95% e a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada com a vazão de permanência de 95%), como será apresentado a seguir.

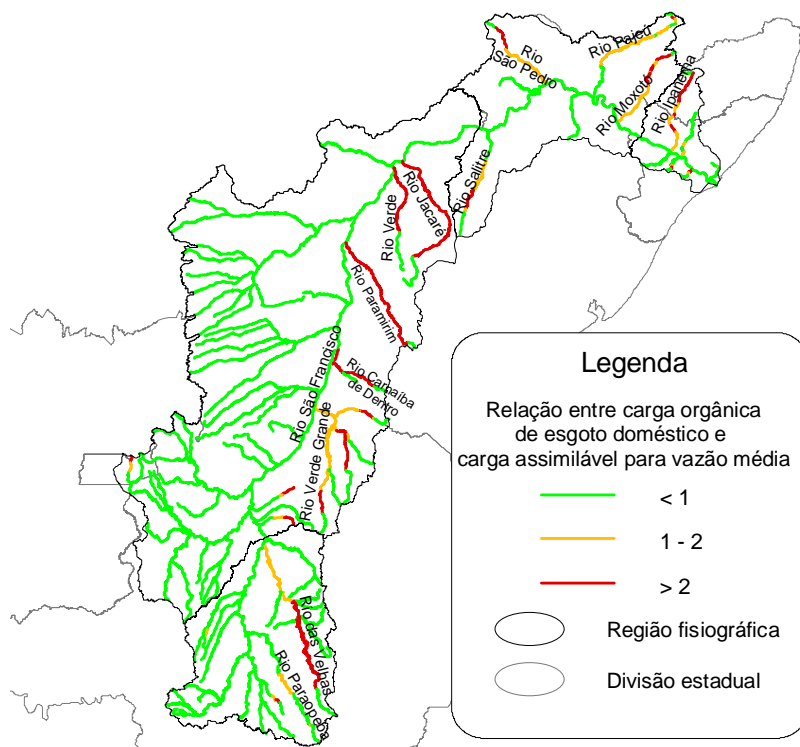


Figura 5. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para vazão média no ano 2000.

Considerando a vazão com permanência de 95%, os problemas de assimilação da carga orgânica são muito mais expressivos na bacia e incluem, entre outros, o rio principal, o São Francisco, e todos os rios das regiões do Submédio e Baixo (Figura 6).

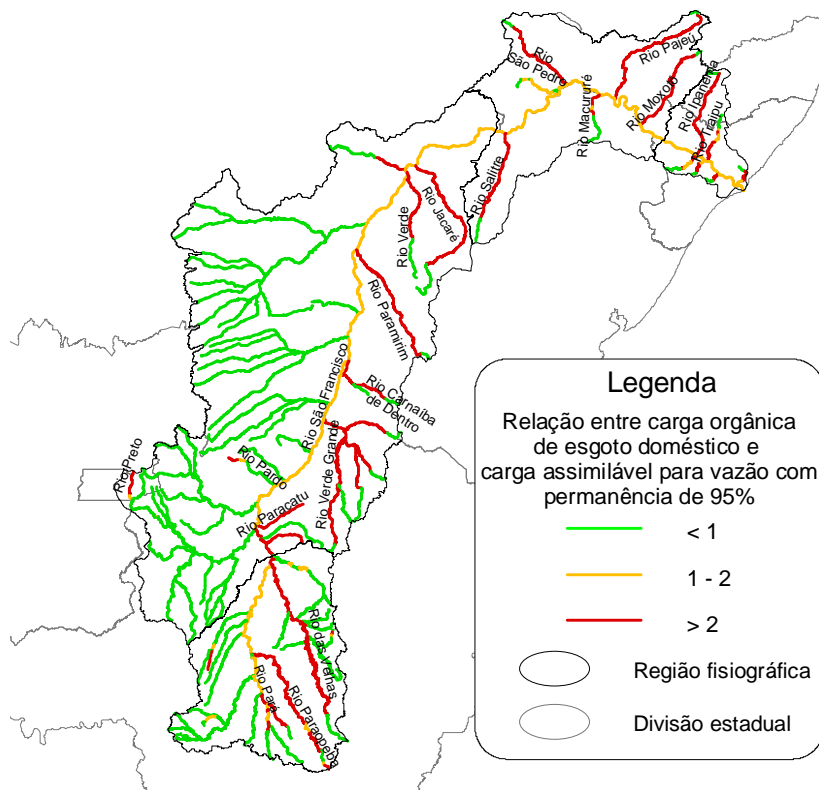


Figura 6. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para vazão com permanência de 95% no ano 2000.

Quando é considerada a capacidade de assimilação da carga orgânica com a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada a vazão com permanência de 95%), o cenário, para a os tributários do rio São Francisco, é idêntico ao observado com a vazão de permanência de 95% (Figura 7). A diferença está situada no próprio rio São Francisco em que, devido ao efeito de aumento da disponibilidade hídrica associada principalmente aos reservatórios de Três Marias e Sobradinho, a capacidade de assimilação das cargas orgânicas aumenta.

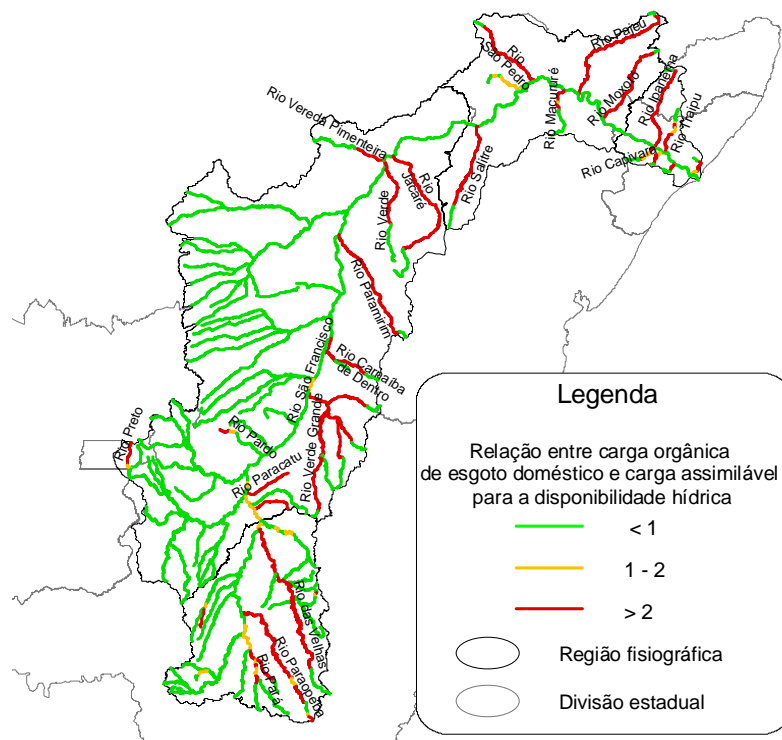


Figura 7. Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada a vazão com permanência de 95%) no ano 2000.

A relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e a carga assimilável para uma dada vazão pode ser visualizada também através de perfis longitudinais ao longo dos rios.

A Figura 8 apresenta o perfil longitudinal para o rio São Francisco. Quando considera-se a carga assimilável para a vazão com permanência de 95%, os valores de carga orgânica em relação a carga assimilável ultrapassam a Classe 2, proposta pelo CONAMA. Considerando a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada a vazão com permanência de 95%) e a vazão média, são atendidas as condições de Classe 2, com exceção do trecho em que o rio São Francisco recebe a contribuição do rio das Velhas para a vazão de disponibilidade hídrica.

No rio Paraopeba, observa-se que considerando-se a vazão média, a carga orgânica está dentro da capacidade de assimilação do corpo de água (Figura 9). Contudo, quando considera-se a vazão com permanência de 95%, praticamente todo o rio encontra-se acima dos padrões estabelecidos para a Classe 2. É interessante notar que o rio encontra-se acima da Classe 2 desde a sua nascente devido à carga orgânica lançada pelo município de Cristiano Ottoni.

O rio das Velhas, a partir do ponto de recebimento da carga de esgotos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, ultrapassa as condições exigidas para a Classe 2 para as cargas assimiláveis das vazões média e de permanência de 95% (Figura 10).

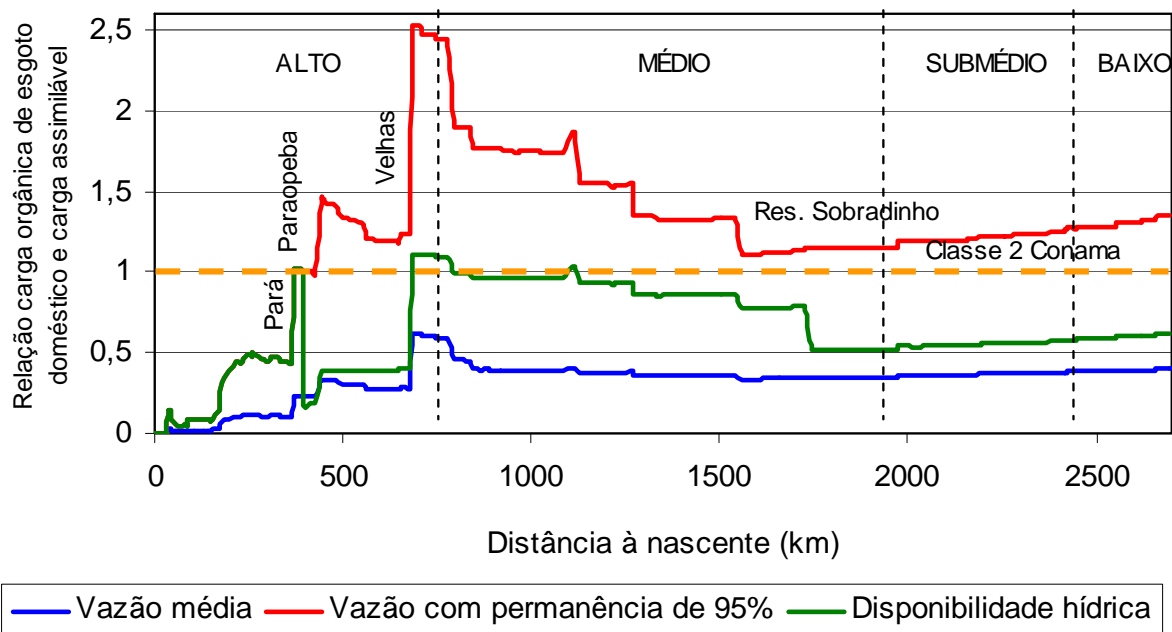


Figura 8. Perfil longitudinal do rio São Francisco mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média, com permanência de 95% e a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada a vazão com permanência de 95%).

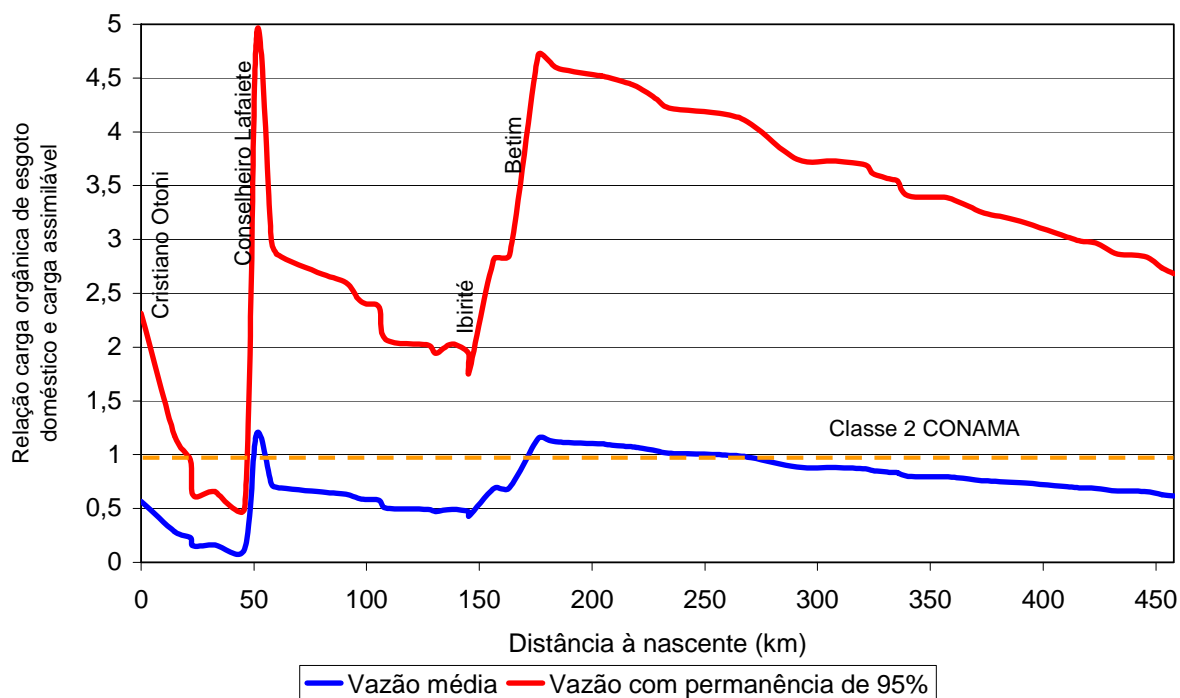


Figura 9. Perfil longitudinal do rio Paraopeba mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média e com permanência de 95%.

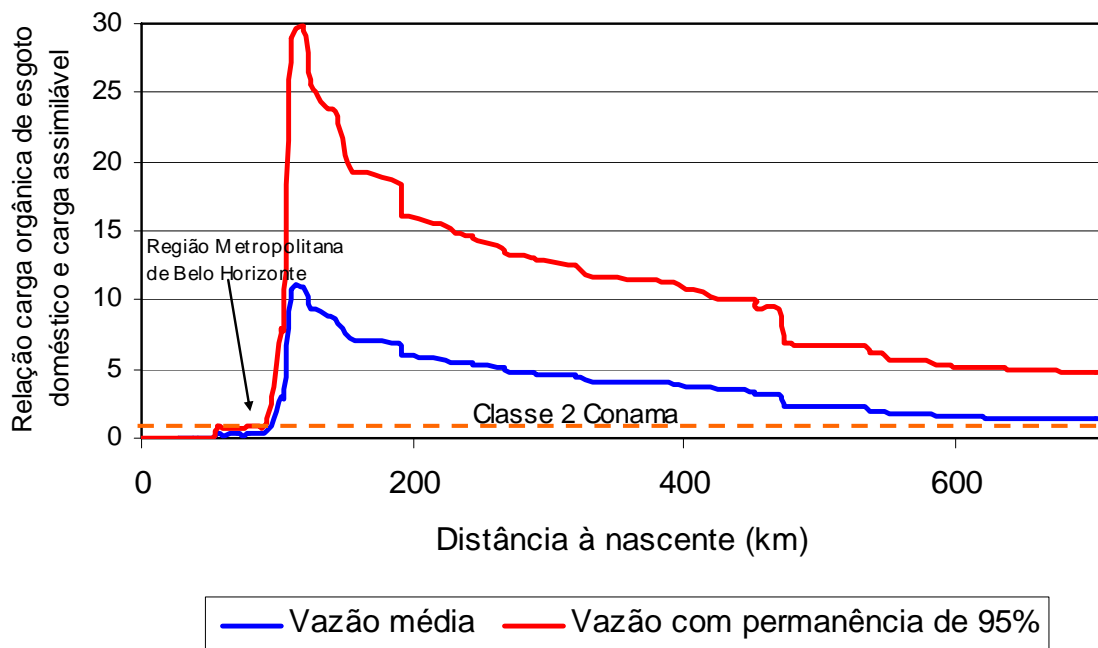


Figura 10. Perfil longitudinal do rio das Velhas mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média e com permanência de 95%.

O rio Verde Grande possui uma extensão de 470 km. A Figura 11 apresenta o perfil longitudinal para uma extensão de 80 m, que mostra que desde a sua nascente, para as vazões média e com permanência de 95%, o rio está, considerando-se a carga orgânica, acima da Classe 2. O problema, na bacia, está principalmente relacionado à baixa disponibilidade hídrica.

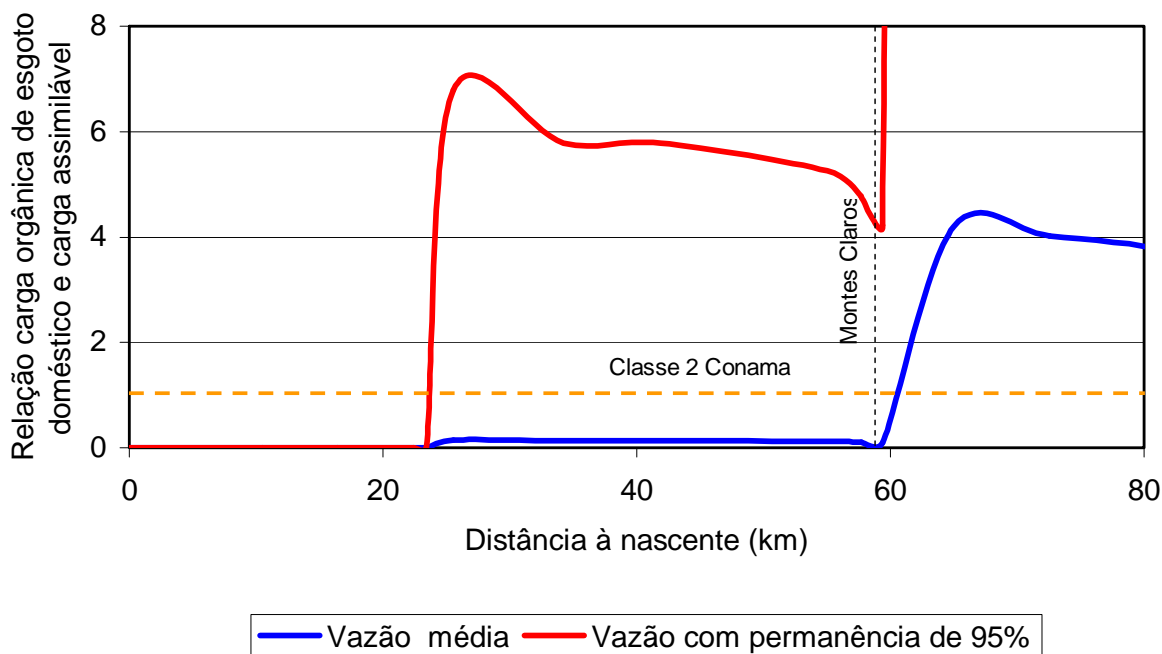


Figura 11. Perfil longitudinal do rio Verde Grande mostrando a relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição para as vazões média e com permanência de 95%.

Foram realizadas projeções da carga de esgoto doméstico para o ano 2013 e foi analisada a questão de cargas assimiláveis por diluição. Os cenários adotados foram os seguintes:

- Cenário 1: as condições existentes, na bacia, de nível de tratamento de esgotos apresentado pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000 (IBGE, 2002) e de taxas de remoção de DBO adotadas (75 % para o esgoto tratado e nenhuma remoção para o esgoto não tratado) serão mantidas, considerando a população urbana municipal projetada para 2013.
- Cenário 2: todo o esgoto na bacia estará sendo tratado com uma eficiência de remoção da DBO de 75 % e a população urbana municipal é aquela projetada para 2013. No ano de 2013 é prevista, para a bacia, uma população urbana de 12.255.365 habitantes, contra 9.435.374 habitantes no ano de 2000, de acordo com o Censo Demográfico (IBGE, 2000).

No cenário 1, que considera a manutenção do nível de tratamento de esgotos do ano 2000 e o aumento da população urbana, a carga orgânica gerada, na bacia, é de 644,0 t DBO/dia (Quadro 25). No cenário mais otimista, cenário 2, que considera o aumento da população urbana e o tratamento de todo o esgoto doméstico, a carga orgânica produzida, na bacia, é de 164,1 t DBO/dia. Comparando-se a carga estimada para o ano de 2000, de 498,8 t DBO/dia, observa-se que, considerando-se apenas o crescimento populacional, o cenário 1 para 2013, em termos de carga orgânica, representa um incremento significativo na bacia, de 31 %.

O Quadro 25 apresenta os valores de carga orgânica de esgoto doméstico divididos entre as sub-bacias para os anos de 2000 e 2013. Observa-se que a carga orgânica nos cenários para 2013 permanece concentrada nas mesmas sub-bacias do ano 2000. No Alto São Francisco, ela está concentrada nas sub-bacias dos rios das Velhas, Paraopeba e Pará, no Médio, nas sub-bacias dos rios Verde Grande, Paramirim/Santo Onofre/Carnaíba de Dentro e Verde/Jacaré, no Submédio, nas sub-bacias dos rios Pajeú e Pontal, e no Baixo, na sub-bacia do Baixo Ipanema e Baixo São Francisco.

Quadro 25. Carga orgânica de esgoto doméstico na bacia do São Francisco para o ano 2000 e o ano 2013.

Sub-bacia	Ano 2000 (t DBO/dia)	Cenário 1 Ano 2013 (t DBO/dia)	Cenário 2 Ano 2013 (t DBO/dia)	Relação carga da sub-bacia e da região fisiográfica para 2013 (%)
Afluentes mineiros do Alto São Francisco	8,5	11,6	3,2	3
Rio Pará	29,9	38,2	9,6	10
Rio Paraopeba	44,9	63,2	15,8	17
Entorno da represa de Três Marias	7,0	6,6	1,7	2
Rio das Velhas	212,5	251,8	64,2	66
Rio de Janeiro e Rio Formoso	3,9	4,2	1,1	1
Rio Jequitáí	2,7	3,5	0,9	1
Região Fisiográfica do Alto São Francisco	309,4	379,1	96,5	59*
Alto Rio Preto	3,7	5,9	1,5	4
Rio Paracatu	11,1	13,9	3,5	10
Rio Pacuí	2,9	4,0	1,0	3
Rio Urucuia	2,5	3,6	0,9	3
Rio Verde Grande	26,8	35,1	8,8	26
Rios Pandeiros, Pardo e Manga	6,5	9,4	2,4	7
Rio Carinhanha	1,2	1,6	0,4	1
Rio Corrente	5,0	6,9	1,8	5
Alto Rio Grande	6,9	8,9	2,3	7
Médio e Baixo Rio Grande	4,3	6,7	1,7	5
Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	14,3	20,8	5,2	15
Rios Verde e Jacaré	10,7	14,0	3,5	10
Margem esquerda do Lago de Sobradinho	2,2	4,2	1,4	3
Região Fisiográfica do Médio São Francisco	98,1	135,0	34,2	21*
Rio Salitre	2,1	2,6	0,7	3
Rio Pontal	9,9	15,2	3,8	20
Rio Garças	1,2	1,6	0,4	2
Rio Curaçá	4,6	9,0	3,0	12
Rio Brígida	6,9	9,9	2,5	13
Rio Terra Nova	4,5	4,3	1,1	6
Rio Macururé	0,9	4,6	1,1	6
Rio Pajeú	12,5	14,0	3,5	18
Rio Moxotó	4,4	5,9	1,5	8
Rio Curituba	4,7	6,0	1,5	8
Talhada	2,0	2,9	0,7	4
Região Fisiográfica do Submédio São Francisco	53,7	76,0	19,8	12*
Alto Rio Ipanema	10,0	12,7	3,2	23
Baixo Ipanema e Baixo São Francisco	21,8	26,4	6,6	49
Baixo São Francisco em Sergipe	5,9	14,9	3,8	28
Região Fisiográfica do Baixo São Francisco	37,6	53,9	13,6	8*
São Francisco	498,8	644,0	164,1	100

* Relação entre a carga da região fisiográfica e a da bacia do São Francisco

As figuras 12 a 14 mostram a relação entre a carga orgânica de esgoto doméstico para o ano 2000 e para os cenários 1 e 2, do ano de 2013, e a carga assimilável por diluição para a vazão média, considerando como referência a Classe 2. É importante destacar que a vazão média representa um limite superior para a disponibilidade hídrica na bacia, e é, portanto, o valor máximo de carga assimilável por diluição. Analisando-se o ano 2000 e o cenário 1, que considera a manutenção do nível de tratamento de esgoto 2000 com o aumento da população urbana, é possível observar que os problemas de não enquadramento na Classe 2 permanecem concentrados nos mesmos rios nas situações. Merecem destaque, dentro deste contexto, pela carga orgânica, os rios das Velhas, Paraopeba, Verde Grande, Carnaíba de Dentro, Parnamirim, Verde, Salitre, São Pedro, Pajeú, Moxotó e Ipanema. Mesmo considerando-se a vazão média e o cenário 2 para 2013, em que todo o esgoto na bacia é tratado, os rios das Velhas, Carnaíba de Dentro, Parnamirim, Verde, Jacaré e Ipanema estão, em grande parte, fora dos padrões da Classe 2.

As figuras 15 a 17 mostram a relação carga orgânica produzida nos anos de 2000 e 2013 e a carga assimilável por diluição para a vazão com permanência de 95 %. Esta vazão é considerada a mais restritiva, em termos de disponibilidade hídrica para assimilação de carga orgânica, entre aquelas adotadas neste estudo. Neste caso, todos os rios do Submédio e Baixo encontram-se, em algum trecho no ano 2000 e no cenário 1 de 2013, fora dos padrões da Classe 2. O mesmo é válido para a maior parte do rio São Francisco e outros tributários importantes, como os rios Pará, das Velhas, Verde Grande, Carnaíba de Dentro, Parnamirim, Verde e Jacaré. É interessante ressaltar que os rios Preto, Jequitáí, Pará, Pardo e Carnaíba de Dentro, de 2000 para o cenário 1 de 2013, apresentam um aumento do trecho em que eles não se enquadram na Classe 2. O cenário 2 de 2013 mostra que, considerando o tratamento de todo o esgoto na bacia, diversos rios, como Paraopeba, das Velhas, Cana-Brava e Verde Grande, permanecem fora dos padrões de Classe 2.

Foi analisada a relação carga orgânica e carga assimilável para a disponibilidade hídrica (vazão regularizada somada à vazão com permanência de 95 %), considerando como referência a Classe 2 (figuras 18 a 20). Do ano 2000 para o cenário 1 em 2013, observa-se o aumento de trecho que não se enquadra na Classe 2 para os rios Preto, Jequitáí, Pará, Pardo, Carnaíba de Dentro e São Francisco. No cenário 2, apesar do aumento do nível de tratamento de esgoto, os mesmos rios que não se enquadram em 2000, na Classe 2, permanecem nesta situação.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

De forma geral, as águas subterrâneas, na bacia do São Francisco, são de boa qualidade química. Os principais problemas de qualidade são a elevada salinidade nos sistemas aquíferos Cristalino Norte e parte do Cristalino Sul, e os problemas localizados de dureza da água e sólidos totais dissolvidos nas regiões de ocorrência das rochas calcárias, representadas, principalmente, pelo sistema aquífero Bambuí-Caatinga. Estes problemas identificados são características naturais da água na região e não estão associados à atividade antrópica.

Em função da carência de estudos sobre qualidade de água subterrânea na bacia e de trabalhos que analisem uma quantidade maior de parâmetros químicos, como por exemplo, nitrato e agrotóxicos, torna-se difícil a avaliação da influência antrópica sobre a contaminação dos aquíferos. Além disso, nenhum dos estados que integra a bacia possui uma rede de qualidade de monitoramento da água subterrânea. São necessários, portanto, esforços no sentido de criação de uma rede de monitoramento na bacia e uma ampliação dos parâmetros que normalmente são analisados.

A avaliação da condição atual dos corpos de água na bacia do rio São Francisco mostrou que as principais fontes de poluição na bacia são os esgotos domésticos e as atividades de agricultura e mineração. Conseqüentemente, sugere-se que a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e turbidez (indicativo da erosão do solo e das atividades de mineração) sejam adotados como parâmetros prioritários.

A DBO é um parâmetro indicativo da presença de esgotos domésticos. A turbidez tem uma relação direta com os sólidos em suspensão, e pode ser usado como indicador das fontes de poluição citadas anteriormente. Outro fator a ser considerado é que existe uma rede hidrossedimentométrica na bacia que analisa os sólidos em suspensão desde 1975 (LIMA et al., 2001), cujos dados devem ser considerados no monitoramento da qualidade da água e no entendimento do comportamento hidrossedimentológico da bacia.

Rios intermitentes

Conforme já mencionado, o clima semi-árido determina que parte dos afluentes do Médio e Submédio São Francisco apresentem 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 dos 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.

Com relação aos usos da água, 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 por esse grupo de trabalho, 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 de longo período da qualidade da água associado às respectivas vazões ou volumes dos corpos de água

selecionados. Dentre os parâmetros que deveriam ser avaliados, além dos indicadores de poluição orgânica seriam necessários os que avaliam a salinidade das águas e específicos conforme os usos do solo.

Para uma gestão adequada da qualidade da água nas regiões onde os são rios intermitentes, em princípio, é necessária a coleta e o tratamento de efluentes domésticos e industriais. Devem ser estimulados o reuso 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 em capacidade de armazenamento dos rejeitos por períodos de alguns meses.

A gestão dos resíduos sólidos deve ser implantada (coleta, tratamento e disposição corretos) buscando, também, a redução da produção de resíduos. Situações como a utilização do leito seco dos rios para a disposição de resíduos devem ser impedidas, bem como a disposição indiscriminada que permite o carreamento de materiais para o rio quando ocorrem as primeiras chuvas.

Redes de amostragem da qualidade da água

Recomenda-se a ampliação da rede da ANA (localização dos pontos e parâmetros analisados) na bacia do rio São Francisco, priorizando a instalação de postos representativos das contribuições dos principais afluentes. Outros critérios que podem ser utilizados para alocação de estações são a presença de fontes de poluição (ex. jusante de aglomerações urbanas), mananciais e representatividade espacial do corpo de água.

Faz-se necessária à integração e racionalização das redes de monitoramento de qualidade de águas na bacia (estaduais e federal), assim como a reativação da rede do Estado da Bahia (inativa desde 2002) e a definição das necessidades dos Estados de Alagoas, Goiás, Pernambuco e Sergipe e do Distrito Federal para a implantação de estações de monitoramento.

Para facilitar a comparação dos dados obtidos pelos estados e pela ANA devem ser definidos parâmetros prioritários, as amostragens devem ser realizadas nos mesmos períodos e utilizar, preferencialmente, os mesmos métodos de determinação. Dentro deste tema, está entre as atividades da Superintendência de Fiscalização da ANA programadas para o ano de 2004, a realização de um seminário para estruturar uma rede credenciada de laboratórios de qualidade de água, quando se pretende discutir entre outros temas as metodologias a serem utilizadas.

Como a quantidade e a qualidade da água são fatores associados recomenda-se que sejam realizadas as determinações das vazões no momento das coletas de água, permitindo assim a estimativa das cargas transportadas.

Análise de agrotóxicos

Segundo CRA (2002), na amostragem de agosto de 2001 não foram registradas violações quanto às concentrações de pesticidas organofosforados e organoclorados na rede de amostragem no Estado da Bahia. Contudo, isto não quer dizer que a área se encontra livre deste tipo de contaminação, já que a bacia do rio São Francisco contém diversos projetos de irrigação, onde são manuseados estes pesticidas.

Segundo DORES & DE-LAMONICA-FREIRE (2001), que analisaram os agrotóxicos usados em áreas agrícolas de soja, milho, arroz e tomate em Primavera do Leste (MT), entre os pesticidas que apresentam maior potencial de contaminação das águas superficiais encontram-se Atrazina, Glifosato, Endosulfan e Trifluralina, entre outros. Destes, apenas o endossulfan é um organoclorado, sendo que os demais pertencem a outras classes químicas. Vale destacar entre estes o Glifosato, amplamente utilizado no cultivo da soja.

Para que possa ser feito um monitoramento mais direcionado deste problema potencial, recomenda-se que seja feito um levantamento detalhado, nos projetos de irrigação, dos agrotóxicos utilizados e as suas épocas de aplicação, para que os mesmos possam ser devidamente avaliados nos corpos d'água. Recomenda-se ainda que estes compostos sejam avaliados também nos sedimentos e nos organismos aquáticos, devido a sua baixa solubilidade na água.

Carga orgânica

A carga orgânica de esgoto doméstico urbano, para o ano de 2000, na bacia do São Francisco é de 498,8 t DBO/dia e está concentrada na região do Alto São Francisco (62 % da carga orgânica na bacia), com destaque para as sub-bacias dos rios das Velhas e Paraopeba. Em função da expressiva carga orgânica, são também importantes as sub-bacias dos rios Verde Grande (Médio São Francisco), Pajeú (Submédio São Francisco) e Baixo Ipanema e Baixo São Francisco (Baixo São Francisco).

Foram realizadas análises da relação entre carga orgânica gerada e carga assimilável por diluição para diferentes vazões nos principais rios da bacia. É importante destacar que essa avaliação, por considerar apenas a diluição e não incluir a degradação da matéria orgânica, representa um cenário pessimista em termos de carga orgânica, mas que permite, entretanto, avaliar de forma generalizada, na bacia, o problema do lançamento de esgotos domésticos nos corpos de água.

A relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável para a vazão média, que é considerada um limite superior de disponibilidade de água, mostra que sub-bacias com alta carga orgânica, como o rio das Velhas e Verde Grande, não se enquadram no padrão de Classe 2 da resolução do CONAMA (1986). Outros rios que não se enquadram são Carnaíba de Dentro, Parnamirim, Verde e Jacaré, e os rios da região do Submédio (São Pedro, Salitre, Pajeú, Moxotó) e rio Ipanema.

Considerando-se a carga assimilável para uma vazão de permanência de 95 %, observa-se uma situação que não atende à Classe 2 nos rios das regiões do Submédio e Baixo São Francisco, e nos rios das Velhas, Paraopeba, Verde Grande, Verde, Jacaré, Pará, Preto e na calha do São Francisco. Para a disponibilidade hídrica, considerada como a soma da vazão com permanência com a vazão regularizada, o efeito das represas de Três Marias e Sobradinho, que aumenta a disponibilidade de água, e, conseqüentemente, a carga orgânica assimilável, o rio São Francisco passa a atender o padrão de Classe 2.

De forma geral, é possível afirmar que nas sub-bacias do Baixo, Médio e Submédio, o problema de assimilação de cargas orgânicas para a Classe 2 está associado principalmente às baixas vazões dos corpos de água. Nas sub-bacias do Alto, o problema está relacionado principalmente à elevada carga orgânica associada à elevada densidade populacional.

Foram analisados cenários de carga orgânica de esgoto doméstico produzida para o ano de 2013. No cenário mais otimista (cenário 2), que considera o aumento da população urbana e o tratamento do esgoto, a carga orgânica produzida, na bacia, é de 164,1 t DBO/dia. No cenário 1, foi considerada a manutenção do nível de tratamento de esgotos do ano 2000 e o aumento da população urbana. Neste caso, a carga orgânica gerada, na bacia, é de 644,0 t DBO/dia. Observa-se que a distribuição da carga entre as sub-bacias nos anos de 2000 e 2013 permanece a mesma. A carga está concentrada no Alto São Francisco, nas sub-bacias dos rios das Velhas, Paraopeba e Pará, no Médio, nas sub-bacias dos rios Verde Grande, Paramirim/Santo Onofre/Carnaíba de Dentro e Verde/Jacaré, no Submédio, nas sub-bacias dos rios Pajeú e Pontal, e no Baixo, na sub-bacia do Baixo Ipanema e Baixo São Francisco.

A análise da capacidade de assimilação de carga orgânica pelos corpos de água para a vazão de permanência de 95 % e para a disponibilidade hídrica revela que, de 2000 para o cenário 1 de 2003, os rios Preto, Jequitaiá, Pará, Pardo e Carnaíba de Dentro apresentam um aumento do trecho que não se enquadra na Classe 2. O rio São Francisco no cenário 1 de 2013, para a vazão de permanência de 95 % e a disponibilidade hídrica, não atende, em alguns trechos, ao padrão de Classe 2.

No cenário 2 de 2013, mesmo com o tratamento de todo o esgoto na bacia, e considerando a máxima disponibilidade de água (carga assimilável para a vazão média), os rios das Velhas, Carnaíba de Dentro, Parnamirim, Verde e Jacaré não se enquadram na Classe 2.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – CPRH (2002). Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2002. Recife, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2002). Documento Base de Referência para o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 2002. 383 p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (2003) Nota Técnica. Ref. Memorial descritivo das estimativas das cargas orgânicas por regiões hidrográficas. Nota Técnica/008/SPR/2003. Brasília, 2003. 19 p. Inédito.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (2004) Nota Técnica. Ref. Disponibilidade hídrica quantitativa na Bacia do rio São Francisco. - Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco. Subprojeto 4.5C - Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - PBHSF (2004-2013). Brasília, 2004. 71 p. Inédito.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (2003). Relatório de Vistoria Companhia Mineira de Metais. Brasília: ANA, 2003.

ALAGOAS (1998b). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí – Estado de Alagoas. Tomo VI -Documento Síntese. Maceió: SRH/IICA/HYDROS Engenharia e Planejamento LTDA, 1998.

ALAGOAS/ PERNAMBUCO (1998a). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema – Estados de Alagoas e Pernambuco. Tomo I – Diagnóstico Regional – Volume II/II Caracterização dos recursos hídricos e avaliação ambiental. Maceió: SRH/IICA/ HYDROS Engenharia e Planejamento LTDA, 1998.

ALAGOAS/ PERNAMBUCO (1998b). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema – Estados de Alagoas e Pernambuco. Tomo VI -documento síntese. Maceió: SRH/IICA/HYDROS Engenharia e Planejamento LTDA, 1998.

ALAGOAS/ PERNAMBUCO (1998c). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Traipú – Estados de Alagoas e Pernambuco. Tomo I – diagnóstico regional – Volume II/II Caracterização dos recursos hídricos e avaliação ambiental. Maceió: SRH/IICA, 1998.

ALAGOAS/ PERNAMBUCO (1998d). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Traipú – Estados de Alagoas e Pernambuco. Tomo VI -documento síntese. Maceió: SRH/IICA/HYDROS Engenharia e Planejamento LTDA, 1998.

ALAGOAS/ PERNAMBUCO (1998e). 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/COHIDRO Consultoria Estudos e Projetos, 1998.

ALAGOAS/ PERNAMBUCO (1998f). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Capiá, nos Estados de Alagoas e Pernambuco. Diagnóstico da situação atual e análise ambiental. Maceió: SRH/COHIDRO Consultoria Estudos e Projetos, 1998.

BAHIA (1995a). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Corrente. Salvador: SRH/HIGESA, 1995. 202p.

BAHIA (1996a). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Médio e Baixo Rio Grande e Tributários da Margem Esquerda do Lago Sobradinho. Salvador: SRH/HYDROS, 1996. 446p.

BAHIA (1996b). Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias da Margem Direita do Sub-Médio São Francisco. Salvador: SRH/GEOHIDRO, 1996.

BAHIA (1996c). Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Verde e Jacaré Margem Direita do Lago Sobradinho. Salvador: SRH/PROJETEC, 1996.

BRASIL (2000) Portaria n. 1.469, de 29 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em <<http://www.tetis.com.br/1469.pdf>>. Acesso em: 31 de março de 2004.

BRASIL (1997). Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. Lex: Disponível em <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis2.asp>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2004.

CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS – CRA (2002). Bacia Hidrográfica do São Francisco. Salvador: CRA, 2002. 29p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (1986). Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Resoluções n. 20, de 18 de junho de 1986. Lex: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2004. Revisão atualizada: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM (1986). Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências. Deliberação Normativa n. 10, de 16 de dezembro de 1986. Lex: Disponível em: http://www.feam.br/Normas_Ambientais/Deliberacoes_Normativas/1986/dn_copam10-86.PDF>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2001.

DORES, E. F. G. C. & DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. (2001). Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – Análise Preliminar. Quim. Nova. Vol. 24, No. 1, 27-36.

GUERRA, A.M. & NEGRÃO, F.I. (sem data) Domínios hidrogeológicos do estado da Bahia. Salvador: Companhia de Engenharia Rural da Bahia-CERB.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2000). Censo demográfico 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE (2002). Pesquisa nacional de saneamento básico, 2000 - PNSB, 2000. Rio de Janeiro: IBGE. 1 CD-ROM.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM (2002a). Relatório de monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco em 2001 - Rio São Francisco – Norte. Belo Horizonte: IGAM, 2002. 178p. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM (2002b). Relatório de monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco em 2001 do rio São Francisco – Sul. Belo Horizonte: IGAM, 2002. 147p. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM (2002c). Relatório de monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco em 2001 Sub-Bacia do Rio Paraopeba. Belo Horizonte: IGAM, 2002. 150p. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM (2002d). Relatório de Monitoramento das Águas Superficiais na Bacia do Rio São Francisco em 2001 Sub-Bacia do Rio Pará. Belo Horizonte: IGAM, 2002. 142p. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM (2002e). Relatório de monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco em 2001 sub-bacia do rio

das Velhas. Belo Horizonte: IGAM, 2002. 195p. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2004.

MINAS GERAIS (1998d). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu. Relatório de Inventário dos Recursos Hídricos – Hidrologia. Belo Horizonte: SRH. 1998. Disponível em: <<http://www.hidricos.mg.gov.br/in-bacia.htm>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2004.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2003). Cenário Demográfico Referencial para o Brasil e Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento, para o período 2000-2020. Brasília: MIN/Boucintas & Campos Consultores, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/ SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS/ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS –MMA/SRH/ANA (2003). Plano Nacional de Recursos Hídricos-Documento Base de Referência. Brasília: ANA, 2003. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm>. Acesso em 12 de fevereiro de 2004.

PERNAMBUCO (1998b). 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. Volume II – Diagnóstico Estudo e Inventário dos Recursos Hídricos. Recife: SRH/IICA/FAHMA Planejamento e Engenharia Agrícola LTDA, 1998.

PERNAMBUCO (1998c). 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. Volume II – Diagnóstico Estudo e Inventário dos Recursos Hídricos. Recife: SRH/IICA/FAHMA Planejamento e Engenharia Agrícola LTDA, 1998.

PERNAMBUCO (1998d). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Pajeú e Grupos de Bacias Interiores GI-3, em Pernambuco. Volume II – Diagnóstico Estudo e Inventário dos Recursos Hídricos. Recife: SRH/IICA/FAHMA Planejamento e Engenharia Agrícola LTDA, 1998.

PERNAMBUCO (1998a). Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH-PE. Documento Síntese Recife: SECTMA, 1998.

PINTO C.P. & MARTINS-NETO, M.A. (ed.) (2001) Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. SBG-MG, Belo Horizonte. 2001. 349 p.

SERGIPE (2003). Enquadramento dos cursos d'água de Sergipe de acordo com a Resolução CONAMA n° 20/86 – Minuta do Relatório Final – Bacia do São Francisco. Aracaju: SEPLANTEC, 2003. 99p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (2004). Estudo de caso: enquadramento de rio intermitente aplicado à bacia do rio Salitre. Salvador: UFBA, 2004. 153p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (2003). Relatório Final: Plano de Gerenciamento Integrado da Bacia do Rio Salitre. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003. 383p.