

SUMÁRIO

1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
2.	QUALIDADE DA ÁGUA	2
2.1	METODOLOGIA.....	2
2.1.1	VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS	2
2.2	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	5
2.2.1	VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS	5
2.3	CONCLUSÕES	39
3.	LIMNOLOGIA	41
3.1	COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	41
3.1.1	INTRODUÇÃO	41
3.1.2	METODOLOGIA	42
3.1.3	RESULTADOS.....	43
3.1.4	DISCUSSÃO	45
3.1.5	CONCLUSÕES	47
3.2	MACRÓFITAS AQUÁTICAS	47
3.2.1	INTRODUÇÃO	47
3.2.2	METODOLOGIA	48
3.2.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
3.2.4	CONCLUSÕES	50
3.3	COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA.....	51
3.3.1	INTRODUÇÃO	51
3.3.2	METODOLOGIA	52
3.3.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
3.3.4	CONCLUSÕES	61

3.4	FAUNA BENTÔNICA	61
3.4.1	INTRODUÇÃO	61
3.4.2	METODOLOGIA	62
3.4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
3.4.4	DEMAIS GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS.....	73
3.4.5	DISCUSSÃO	73
4.	BIBLIOGRAFIA.....	75
5.	EQUIPE TÉCNICA	81

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As bacias do semi-árido brasileiro são marcadas pela predominância de rios intermitentes, com alguns grandes rios perenes (e.g. Rio São Francisco), e pela grande antropização, com a construção de açudes e barragens. Estas características são determinadas pelo clima da região, marcado por um regime pluvial de grandes oscilações, com prolongados períodos de seca entremeados por curtos, mas intensos períodos chuvosos. Conseqüentemente existem rios que, devido à baixa retenção de água no solo e à alta taxa de evapotranspiração, enchem e escoam rapidamente.

Para minimizar as oscilações da disponibilidade da água para a população humana que ocupou o semi-árido, foram construídos açudes que, em alguns casos, transformaram ambientes lóticos em lênticos.

Neste contexto, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional pretende, através da transposição de uma parte das águas do rio São Francisco para as bacias do Jaguaribe, Apodi, Piranhas e Paraíba, diminuir o déficit hídrico, característico do semiárido, para melhoria da qualidade de vida das populações locais.

Diante destas possíveis mudanças faz-se necessário que se desenvolva uma boa caracterização da situação atual dos ambientes aquáticos (açudes, rios receptores e doadores, neste último caso o São Francisco, para que se tenha uma perfeita dimensão dos mesmos de forma a se propor medidas de controle e monitoramento e assim manter a qualidade dos ambientes.

Com essa preocupação e sabendo das oscilações hidrológica intrínseca das bacias localizadas na região do empreendimento faz necessária que a sua caracterização limnológica abranja todo o ciclo hidrológico. O presente estudo visa, portanto, complementar os estudos limnológicos e de qualidade de água do EIA, realizado em 1998 no período de seca.

2. QUALIDADE DA ÁGUA

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

No presente estudo, os 19 pontos de amostragens foram os mesmos da campanha realizada no período de seca (conforme pode ser visto no EIA Consolidado de julho de 2004), quando os locais foram os principais rios e açudes que integram o Projeto de Integração. As coordenadas e identificação dos pontos de amostragens nos 19 pontos são apresentadas no Quadro 2-1 e sua localização indicada na Figura 2-1. No Anexo A estão apresentadas fotos dos pontos de coleta.

Os locais de amostragem foram escolhidos visando caracterizar, no trecho doador do projeto, locais próximos a tomadas d'água. Nos trechos receptores, os pontos que receberão as águas dos canais e assim poder avaliar a influência, na qualidade da água local, da transposição de parte das águas do rio São Francisco.

Todos os resultados obtidos nos locais de amostragens foram comparados aos limites preconizados pela Resolução CONAMA 20/86, para águas de Classe 2.

A presente campanha foi realizada em junho de 2004 no período de chuvas. As coletas de água foram feitas na sub-superfície (30 cm de profundidade) e as amostras foram enviadas para o Laboratório da BIOAGRI AMBIENTAL. Somente as determinações de temperatura e oxigênio dissolvido foram realizadas "in loco", através de sonda Horiba U-10.

A conservação das amostras seguiu normas do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (APHA, 1998) para cada variável a ser analisada. As amostras não preservadas quimicamente foram conservadas refrigeradas até a realização do protocolo em laboratório.

Na presente campanha foram analisados os parâmetros mais significativos para se caracterizar as condições de qualidade dos corpos d'água que integram o Projeto de Integração. Os parâmetros analisados foram: alcalinidade total; cálcio; chumbo; cloreto; coliformes fecais; coliformes totais; condutividade elétrica; DQO (Demanda Química Total); ferro total; fosfato total; magnésio; níquel; nitrato; nitrito; nitrogênio amoniacal; oxigênio dissolvido; pH; potássio; sílica; sódio; sólidos dissolvidos totais; sólidos suspensos totais; sulfato; temperatura; turbidez e zinco.

**QUADRO 2-1 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA E SUAS IDENTIFICAÇÕES NAS RESPECTIVAS
 BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Coordenadas UTM				
Zona 24 L				
PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	BACIA	Local
P1	0284035	8984671	São Francisco	Margem do reservatório de Sobradinho, próximo a cidade de Casa Nova, BA.
P1'	0283691	8979100	São Francisco	Zona Pelágica do reservatório Sobradinho, entre as cidades de Sobradinho e Casa Nova.
P2	0448912	9053528	São Francisco	Rio São Francisco, jusante à cidade de Orocó, PE.
P2'	0435625	9051215	São Francisco	Rio Brígida, montante à cidade de Orocó, PE.
P3	0549680	9029840	São Francisco	Reservatório de Itaparica, próximo à cidade de Floresta, PE
P4	0642318	9059354	São Francisco	Açude Poço da Cruz, próximo à cidade de Ibimirim, PE.
Zona 24 M				
P5	0815515	9172183	Paraíba	Açude Epitássio Pessoa, próximo à cidade de Boqueirão, PB.
P7	0617072	9223267	Piranhas	Açude de Coremas próximo à cidade de Coremas, PB.
P7'	0586181	9180069	Piranhas	Rio Piancó, montante à cidade de Diamante, PB.
P8	0506912	9190372	Jaguaribe	Rio dos Porcos, montante à cidade de Milagres, CE.
P11	0504402	9253519	Jaguaribe	Rio Salgado, montante à cidade de Lavras, CE.
P12	0589970	9320603	Apodi	Açude Pau dos Ferros, próximo à barragem, RN.
P12'	0588403	9309530	Apodi	Foz do rio Vaca Morta, montante ao açude Pau dos Ferros-RN).
P13	0612838	9349457	Apodi	Rio Apodi, próximo à cidade de Itaú, RN.
P14	0632975	9256667	Piranhas	Rio Piranhas, montante à cidade de Pombal, PB.
P15	0714926	9328872	Piranhas	Rio Piranhas, montante à cidade de Jucurutu, RN.
P16	0735393	9373131	Piranhas	Açude Armando Ribeiro, próximo ao ponto de captação de água da cidade de São Rafael, RN.
P17	0507891	9309920	Jaguaribe	Açude de Orós, próximo à cidade de Orós, CE.
P18	0540638	9347893	Jaguaribe	Rio Jaguaribe, jusante à Cidade de Jaguaribe, CE.

FIGURA 2-1 MAPA DE PONTOS.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

Os resultados serão apresentados e discutidos por Bacia Hidrográfica e seus parâmetros. Os laudos técnicos laboratoriais, os limites de quantificação dos métodos e os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 20/86 para águas de Classe 2 são apresentados no **ANEXO B**. Com a finalidade de um melhor entendimento da dinâmica da qualidade da água na época seca e de chuva é apresentado, no **ANEXO C**, dados comparativos entre os dois períodos citados.

2.2.1.1 BACIA DO SÃO FRANCISCO

Os resultados analíticos obtidos em laboratório juntamente com os valores de oxigênio dissolvido e temperatura, realizados *in loco* nos pontos de amostragem da Bacia do São Francisco, são apresentados no Quadro 2-2.

QUADRO 2-2 – RESULTADOS DE CAMPO E LABORATÓRIO DAS MEDIÇÕES NOS PONTOS AMOSTRADOS NA BACIA DO SÃO FRANCISCO. RESULTADOS EM VERMELHO INDICAM VALORES QUE VIOLAM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20/86

Parâmetros	Unidade	Resultados						Resolução CONAMA nº 20/86
		P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/L	37	31	26	93	27	57	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/L	0,06	< 0,02	< 0,02	0,04	0,03	< 0,02	0,02
CÁLCIO	mg/L	4,20	3,48	3,25	9,64	3,36	5,76	
CHUMBO	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/L	18	8,0	2,5	471	5,3	46	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	112	76	54	1094	62	208	
DQO	mg/L	23	30	21	29	104	32	
DUREZA	mg/L	40	28	24	241	26	64	
FERRO	mg/L	0,25	0,05	0,20	0,29	0,76	0,15	
FOSFATO TOTAL	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/L	2,99	2,02	1,69	24,1	1,87	5,59	
NÍQUEL	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,02	0,025
NITRATO	mg/L	< 0,1	< 0,1	0,14	0,55	0,18	0,17	10
NITRITO	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,05	1,0
pH	-	7,8	8,0	8,0	8,1	8,4	7,9	6,0 – 9,0
POTÁSSIO	mg/L	4,44	3,12	2,22	9,53	2,61	7,55	
SÍLICA	mg/L	3,72	3,94	3,08	7,09	5,13	4,29	
SÓDIO	mg/L	7,72	4,47	2,25	81,9	3,93	17,1	
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/L	81	69	53	981	59	170	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/L	< 5	< 5	8	64	18	15	
SULFATOS	mg/L	2,8	2,1	1,6	68	2,3	4,4	250
TURBIDEZ	UNT	6,1	1,4	7,6	4,6	15	1,8	100
ZINCO	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100 mL	10	< 1	79	109	216	20	1.000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100 mL	517	> 24.200	> 24.200	> 24.200	> 24.200	> 24.200	5.000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/L	8,0	8,5	7,0	7,8	7,3	4,5	>5 mg/L
TEMPERATURA	°C	24,8	25	24	23	24	24.2	

a) Alcalinidade Total e Cálcio

A alcalinidade indica a capacidade de tamponamento de um sistema hídrico (capacidade em neutralizar ácido). Alcalinidade é a medida da concentração de carbonatos hidrogenados e íons de carbonatos na água, que caracteriza a capacidade tampão da água. Alcalinidade total é a soma da alcalinidade produzida por todos esses íons presentes num corpo d'água, sendo expressa em mg/L de CaCO_3 .

O cálcio possui um papel importante no crescimento de algas e plantas aquáticas e em moluscos. Ele é encontrado nas formas de carbonato e bicarbonato de cálcio. Nos processos físicos o cálcio pode modificar os valores de pH de acordo com sua forma encontrada na água.

Os valores de alcalinidade e cálcio apresentaram poucas variações entre os 6 pontos amostrados nesta bacia. Somente no ponto P2' e P4, localizados no rio Brígida e no açude Poço da Cruz, respectivamente, os valores se mostraram mais elevados. Provavelmente o aumento da alcalinidade se deve a maior concentração de cálcio encontrada nesses pontos devido ao carreamento desse elemento do solo para a água, causado pela chuva neste período. Os resultados mostram que, para a maioria dos pontos amostrados, a qualidade das águas está dentro da faixa considerada normal em relação à concentração do cálcio e alcalinidade.

Os valores de alcalinidade total, medidos no período de chuvas foram semelhantes aos medidos no período de estiagem, com exceção do rio Brígida em que foi bem mais baixo durante a seca. Pode-se atribuir essa diferença ao maior aporte de CaCO_3 decorrente da lixiviação do solo pela chuva.

b) Compostos Nitrogenados

As formas nitrogenadas (nitrato, nitrito, e amônia não ionizável) são importantes fontes para a caracterização da qualidade de água, principalmente se o sistema sofre ou vier a sofrer influências antrópicas e eutrofização.

Nos pontos P1, P2' e P3 (Quadro 2-2) os teores de amônia foram maiores que os preconizados pela Resolução CONAMA nº 20/86 para águas de Classe 2, que é de 0,02 mg/L. A concentração de amônia foi maior nesses pontos provavelmente devido ao aportes exógenos originados do descarte de esgoto, pois todos eles são próximos a cidades. Os valores nos demais pontos indicaram ausência de fontes poluentes nitrogenados.

As concentrações dos compostos nitrogenados (nitrato e nitrito) nos pontos amostrados, no período de junho, apresentaram-se abaixo do limite da Resolução

CONAMA nº 20/86 para águas Classe 2. As concentrações de nitrito, composto quimicamente instável e de menor solubilidade que a amônia, estiveram abaixo dos limites preconizados pelo CONAMA (1,0 mg/L) e apresentaram concentrações <0,02 mg/l nos pontos amostrados neste período. O padrão CONAMA preconiza 1,0 mg/l como limite máximo para essa variável. As concentrações de nitrato também apresentaram concentrações abaixo do limite preconizado pelo CONAMA de 10 mg/L para águas de Classe 2.

Os ambientes amostrados na Bacia do São Francisco não se mostraram eutrofizados em relação às formas nitrogenadas. As maiores concentrações de amônia encontradas nos pontos P1, P2' e P3 indicam a presença de matéria orgânica na água de origem humana causada pelo descarte de esgoto. Comparativamente, no período de estiagem, as concentrações desses elementos se mostraram mais elevados, principalmente nos reservatórios, provavelmente devido ao menor volume de água presente neste período.

c) Metais (Chumbo, Ferro, Níquel, Zinco e Magnésio)

Na avaliação da qualidade da água na Bacia do São Francisco, foram quantificados os níveis dos metais: chumbo, ferro, níquel, zinco e magnésio. As principais fontes naturais desses elementos para o ambiente aquático são o intemperismo das rochas que compõem a bacia de drenagem e a erosão dos solos ricos nesses materiais (BRIGANTE *et al*, 2003). Além dessas fontes naturais existem as fontes antrópicas, que, atualmente, são grandes responsáveis pelo elevado nível desses elementos nos ambientes aquáticos.

Os resultados da qualidade da água no reservatório de Sobradinho (P1 e P1'), rio São Francisco (P2), rio Brígida (P2'), reservatório de Itaparica (P3) e Açude Posto da Cruz (P4) detectaram baixas concentrações desses metais e com valores abaixo dos permitidos pela Resolução CONAMA nº 20/86 para águas de Classe 2 para os elementos chumbo, níquel e zinco. O CONAMA não estabelece limites para ferro e magnésio. Esses resultados estão muito próximos aos resultados obtidos na coleta na época de estiagem, e indicam que as atividades antrópicas na bacia de drenagem do São Francisco têm influenciado pouco a elevação destes compostos nas águas, principalmente no período de chuvas quando foi realizada a amostragem.

d) Cloretos

Os cloretos podem estar presentes naturalmente na água ou podem ser consequência da poluição por esgoto sanitário (excreção de cloreto pela urina) ou efluentes industriais. Em teores elevados, causam sabor acentuado à água,

podendo ainda provocar reações fisiológicas ou aumentar sua corrosividade (MOTA, 1995).

As concentrações de cloreto (Quadro 2-2) determinadas apresentaram nos trechos (P1, P1', P2, P3 e P4) qualidade abaixo dos limites da Resolução CONAMA 20/86 que é de 250 mg. Somente no ponto do rio Brígida (P2') os teores de cloreto ficaram acima da Resolução CONAMA. Nesse ponto sua maior concentração se deve, provavelmente, a descargas de esgotos proveniente de cidades e vilas localizada a montante do ponto.

Em quase todos os pontos houve uma redução da concentração de cloretos, entre o período de estiagem e de chuvas; no caso do açude Poço da Cruz esta redução foi expressiva, de 482,1 mg/l para 46 mg /L. Pode-se atribuir essa redução ao aumento do volume de água. No entanto, no rio Brígida (P2') houve um aumento nos teores de cloreto, proveniente do lançamento de esgoto doméstico no rio, prática impossibilitada no período de seca, quando o rio fica reduzido a poças.

e) Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica apresenta características importantes, pois através deste parâmetro podem-se obter informações importantes sobre os sistemas aquáticos e sobre os processos que podem estar ocorrendo na bacia de drenagem. Através dela pode-se detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos. Sua determinação está relacionada à decomposição, a compostos dissolvidos e à presença de íons. Os íons diretamente responsáveis são: magnésio, cálcio, potássio e sódio.

No geral, os valores de condutividade elétrica permaneceram baixos tanto nos ambientes lênticos como nos ambientes lóticos (Quadro 2-2). Somente no ponto P2' (rio Brígida) a condutividade apresentou-se elevada ($1.094 \mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$). O valor elevado nesse trecho indica a existência de elevada quantidade de íons presentes na água que podem ser originados da decomposição de matéria orgânica e íons de aporte alóctone (esgoto e lixiviação do solo). Os íons mais presentes nesse trecho do rio Brígida são os íons de magnésio e sódio, como pode ser observado no Quadro 2-2.

Os valores de condutividade elétrica, na maior parte das estações, não apresentaram grandes variações entre as coletas de estiagem e cheia, e acompanharam a variação dos teores de cloreto. Conseqüentemente, houve uma ligeira redução da condutividade no reservatório de Sobradinho (P1, P1'), no rio São Francisco (P2) e no reservatório de Itaparica (P3), enquanto que no rio Brígida houve um grande aumento da condutividade e, no açude Poço da Cruz, houve uma significativa redução.

f) DQO

A demanda química por oxigênio, DQO, variável que indica a quantidade de oxigênio consumido quimicamente, apresentou valores baixos na campanha de chuva (Quadro 2-2).

No ponto P3 (reservatório de Itaparica) observou-se um valor relativamente mais alto quando comparado com os outros pontos amostrados dentro da Bacia do São Francisco. É provável que, neste local, a presença de uma vila de pescadores tenha acarretado em um maior aporte de matéria orgânica, carregada pela chuva, provocando um consumo de oxigênio dissolvido elevado devido a reações químicas de decomposição.

Entre as coletas de estiagem e de chuva, ocorreu uma redução da DQO nos pontos amostrados, decorrente do maior volume de água no período de chuvas. A exceção foi o açude de Itaparica, provavelmente devido ao maior aporte de matéria orgânica de origem antrópica .

g) Dureza

Os teores de dureza são caracterizados pelo teor de cálcio da água. Esse tipo de análise indica os teores de cálcio que podem estar relacionados aos carbonatos e bicarbonatos presentes na água. Sua concentração normalmente é resultado da dissolução de alcalinos terrosos do solo e das rochas ou da poluição direta. A dureza, em altos índices, produz incrustação, sabor desagradável e efeitos laxativos.

Os teores de dureza determinados indicaram, de acordo com a classificação SPERLING (1996), que quase todos os pontos amostrados e analisados quanto a esse parâmetro tiveram suas águas classificadas como "moderadamente dura" (Quadro 2-2). A exceção foi o ponto P2' (rio Brígida), que teve sua água classificada como "dura". Nesse ponto, as recentes chuvas podem ter contribuído com um maior aporte de cálcio no ambiente, através da lixiviação, causando um incremento na sua concentração (Quadro 2-2).

As variações de dureza entre os períodos de estiagem e chuva, na maioria dos pontos, foi pouco significativa, ocorrendo uma ligeira diminuição no período de chuvas. No entanto no açude Poço da Cruz, houve uma drástica redução, enquanto que no rio Brígida houve um aumento significativo na concentração de cálcio.

h) Fósforo Total

O fósforo, principal fator limitante da produtividade primária em sistemas aquáticos continentais é também apontado como o principal fator da eutrofização artificial. Todo o fósforo presente em águas naturais é proveniente de rochas da bacia de drenagem, decomposição de matéria orgânica e de origem antrópica (esgoto, plantação e outros).

O fósforo é o principal elemento promotor de eutrofização em ambientes aquáticos, bastando uma concentração bem baixa, como 0,05 mg.L⁻¹ de fósforo total para possibilitar a ocorrência de florações algais (COOKE *et al.*, 1933 *apud* CHORUS e BARTRAM, 1999) e crescimento de macrófitas aquáticas.

Os resultados das análises das amostras, do período de chuvas, mostram um quadro inverso ao apresentado pelos resultados do período de estiagem, onde os valores de fósforo total apresentam concentrações abaixo das concentrações máximas permitidas pelo CONAMA para águas de Classe 2 (Quadro 2-2). No período de estiagem os pontos de amostragem na Bacia do São Francisco se mostraram mesotróficos (P1' e P2) ou eutróficos (P1, P2', P3 e P4) para fosfatos. Essa variação deve ser atribuída ao aumento do volume de água nos pontos estudados.

i) pH

A maioria dos sistemas aquáticos possui pH que pode variar de 6 a 8, mas pode-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos (WETZEL, 1983). Os valores baixos de pH são encontrados em ambientes aquáticos que possuem elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos. Os ambientes aquáticos (lênticos e lóticos) que apresentam valores elevados de pH são encontrados em regiões no qual a precipitação é menor que a evaporação e também em regiões no qual o solo é rico em cálcio.

Os resultados em todos os pontos (P1, P1', P2, P2', P3 e P4) encontraram-se dentro do enquadramento de águas Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 20/86. Pode-se afirmar que as águas nos pontos amostrados da Bacia do São Francisco, no período de chuvas, apresentaram uma tendência à condição alcalina.

Segundo ESTEVES (1988), na Região Nordeste, durante o período de estiagem, os sistemas aquáticos, principalmente os açudes, têm pH superior a 9. onde O bicarbonato, que é o principal responsável pela elevação do pH, estaria mais concentrado devido ao menor volume desses corpos d'água e o menor aporte matéria orgânica para esses ambientes.

No entanto, os dados levantados para o EIA, no estudo do período de seca de 1998 (Item 5.3.2.2), e no presente estudo (Quadro 2-2), não corroboraram, em sua maior parte, essa afirmativa. Na maioria dos pontos houve um aumento pouco significativo do pH, com exceção do rio Brígida, onde a diferença entre as duas amostragens foi de 2,2. Nesse ponto a acentuada acidez, durante a estiagem, foi explicada pelo fato do rio ter sido reduzido a poças remanescentes estagnadas, onde a decomposição de matéria orgânica estaria acarretando uma acidificação do ambiente. Com a volta da circulação de água o pH retornaria a valores normais. No reservatório de Sobradinho e no açude Poço da Cruz, ocorreu ligeira acidificação da água, provavelmente devido ao grande volume presente nesses reservatórios, que pode estar diluindo a concentração de CaCO_3 , e à decomposição da vegetação terrestre submersa, que crescerá às margens deste reservatório no período de seca, que pode estar diminuindo o pH.

j) Potássio e Sódio

Esses íons, juntamente com os íons de cálcio, magnésio e cloreto, possuem um papel importante na produtividade dos ecossistemas aquáticos, pois participam dos processos fisiológicos de suas comunidades. Uma das principais funções do sódio e do potássio é a de realizar a troca e o transporte de outros íons para meios intra e extracelulares (ESTEVES, 1988; WETZEL, 1983).

O potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, já que rochas que contém potássio são relativamente resistentes às ações do tempo. Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura e entram nas águas doces com descargas industriais e lixiviação das terras agrícolas. O potássio é usualmente encontrado na forma iônica e os sais são altamente solúveis.

O sódio é importante para a qualidade das águas de irrigação, pois muitas espécies vegetais são sensíveis a esse elemento. O sódio, como poluente, pode se originar, principalmente, de esgotos, fertilizantes, indústrias de papel e celulose.

Pode-se dizer que, para a maioria dos rios e açudes amostrados na Bacia do São Francisco, a qualidade das águas está dentro da faixa considerada normal em relação à concentração desses elementos (Quadro 2-2), mostrando resultados semelhantes às amostras do período de seca. Somente no rio Brígida os teores de sódio e potássio foram mais elevados, inclusive em relação ao período de seca, indicando uma entrada desse elemento na água através de fontes antrópicas, possivelmente irrigações.

k) Sílica

A presença de sílica em ambientes aquáticos é originada principalmente da decomposição de minerais de silicato de alumínio, que são mais freqüentes nas rochas sedimentares. Esse elemento, quando encontrado na forma solúvel, é de grande importância para produtores primários como as diatomáceas, que se utilizam desse composto para elaborar suas carapaças. A presença desse elemento na água pode se originado também em aportes do solo através da lixiviação causada pela chuva ou por irrigação.

Os resultados das análises nos pontos amostrados da Bacia do São Francisco (Quadro 2-2) indicaram a presença desse elemento em todos os pontos. O ponto amostrado no rio Brígida (P2') apresentou a maior concentração de sílica. Essa maior concentração deve-se provavelmente ao carreamento da sílica do solo para a água através da chuva. No geral, os resultados indicaram que a região da Bacia do São Francisco apresenta abundância desse elemento nos solos, principalmente devido à forte presença de aluminossilicatos em solos tropicais (ESTEVES, 1988).

As concentrações de sílica foram mais altas no período de seca, provavelmente devido ao menor volume de água presente nos pontos amostrados.

l) Sólidos Dissolvidos e Suspensos Totais

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas.

As concentrações totais de material suspenso e dissolvido na água dos pontos localizados na Bacia do São Francisco apresentaram valores baixos e até nulos, como nos pontos localizados no Reservatório de Sobradinho (Quadro 2-2). No ponto P2' (rio Brígida) a presença de sólidos dissolvidos totais na água encontrou-se maior do que os limites previstos pelo CONAMA para águas Classe 2.

Esse resultado indica uma elevação significativa em relação à coleta feita no período de seca, de 3 a 4 ordens de grandeza. A concentração dos sólidos dissolvidos, nesse ponto, se deve, muito provavelmente, à lixiviação e carreamento de solo pelas chuvas, aumentando as concentrações do material dissolvido neste trecho de rio.

As elevadas concentrações no rio Brígida vão de encontro com os valores determinados de condutividade elétrica, que também se mostraram elevados no mesmo período de amostragem, uma vez que a condutividade está ligada à presença de eletrólitos dissolvidos na água. Ou seja, a condutividade elevada

nesses pontos é causada pela alta concentração de sólidos dissolvidos de origem alóctone, causada muito provavelmente pela lixiviação do solo.

m) Sulfato

As fontes de sulfato em ambientes aquáticos são provenientes principalmente da decomposição das rochas, chuvas e agricultura. A distribuição do sulfato é fortemente influenciada pela formação geológica da bacia de drenagem do sistema.

O sulfato, apesar de não atuar como fator limitante na produção de ecossistemas aquáticos, é uma importante fonte de nutriente para as comunidades biológicas. Os resultados de sulfato determinados em laboratório apresentaram valores abaixo dos preconizados pelo CONAMA que para essa variável, em rio Classe 2 (250 mg/L). As variações entre os valores obtidos durante o período de estiagem e o período de chuvas não foram significativas.

n) Turbidez

A turbidez está relacionada com a presença de partículas em suspensão. Em regiões semi-áridas a fina granulometria dos sólidos em suspensão impedem a sedimentação rápida, afetando, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes para o fitoplâncton, reduzindo a penetração de luz e, conseqüentemente a fotossíntese do fitoplâncton (TUNDISI e STRASKRABA, 2000).

As determinações de turbidez realizadas nos pontos da Bacia do São Francisco apresentaram concentrações abaixo do estabelecido pelo CONAMA para rios de Classe 2 (Quadro 2-2), indicando que os sistemas aquáticos em estudo apresentaram poucos detritos orgânicos e inorgânicos. Esse parâmetro não foi estudado no período de estiagem.

o) Coliformes Fecais e Totais

As bactérias do grupo coliformes atuam como indicadores de poluição fecal e sua presença na água indica poluição com o risco potencial da presença de organismos patogênicos (GALLAGHER e SPINO, 1968).

As bactérias do grupo coliforme são os principais indicadores de contaminações fecais originadas do trato intestinal humano e outros animais. Essas bactérias reproduzem ativamente a 44,5 °C e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos

patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera.

Águas impróprias para a balneabilidade e recreação são aquelas que, segundo a Resolução CONAMA nº 20/86 para rios de Classe 2, apresentam concentrações maiores que 1.000 NMP/100 mL de coliformes fecais. As concentrações no açude de Sobradinho (P1 e P1'), rio São Francisco (P2), rio Brígida (P2'), açude de Itaparica (P3) e açude Poço da Cruz (P4) estão abaixo desse limite. No entanto, os resultados para coliformes totais foram maiores que os permitidos pelo CONAMA para os pontos P1' (reservatório de Sobradinho), P2 (rio São Francisco), P2' (rio Brígida), P3 (Itaparica) e P4 (açude Poço da Cruz). As maiores concentrações de coliformes totais nesses pontos estão relacionados com a presença de entrada de esgoto sanitário. Nos pontos P2 e P4, o lançamento de esgoto doméstico é muito alto.

Esses parâmetros não foram medidos no período de seca, tendo sido apenas medidos na etapa dos estudos de Inserção Regional, que indicou valores abaixo dos preconizados pela Resolução CONAMA nº 20/86, para todos os pontos, exceto o rio Brígida e o açude Poço da Cruz.

p) Oxigênio dissolvido e Temperatura

O oxigênio dissolvido (OD) é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Durante a decomposição da matéria orgânica as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Através da medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural para manter a vida aquática. A concentração do oxigênio nas águas é função da relação entre a produção e utilização desse elemento. Concentrações baixas de oxigênio podem indicar poluição orgânica proveniente de fontes externas, ou a estagnação de um corpo d'água.

A temperatura da água é um fator que influencia a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na água, assim como outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos. Uma elevada temperatura faz diminuir a solubilidade de gases, como, por exemplo, o oxigênio dissolvido, além de aumentar a taxa de transferência de gases, o que pode gerar mau cheiro no caso da liberação de gases com odores desagradáveis. Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferencial em gradientes térmicos e limitações

de temperatura para migração, desova e incubação. Variações de temperatura são partes do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical.

Os resultados nos pontos amostrados da Bacia do São Francisco apresentaram elevados teores de oxigênio dissolvido (Quadro 2-2) com exceção do ponto localizado no açude de Poço da Cruz (P4), que apresentou valor de 4,5 mg/L de OD. Nos demais pontos as concentrações ficaram acima do limite mínimo permitido pelo CONAMA para águas de Classe 2 (> 5 mg/L de OD).

Em todos os pontos amostrados houve um aumento da concentração de OD, entre a época da seca e a época de chuvas. No rio Brígida esse aumento foi muito significativo, saindo, na época de seca, de uma condição de quase anoxia (1,2 mg/l) para um ambiente rico em O₂ (7,8 mg/L), na época de chuvas. Pode-se atribuir esse quadro à maior circulação de águas ocasionada pelo aumento do volume presente no ambiente na estação chuvosa.

A temperatura apresentou poucas variações entre os locais amostrados, ficando entre 23 (rio Brígida) e 24,8 °C (Reservatório de Sobradinho). As determinações indicaram características térmicas comuns dessas águas nesse período de chuva. Na época de estigem as temperaturas registradas, nos pontos amostrados, foram significativamente mais altas no período de seca, variando entre 28°C e 31°C, o que também concorreu para a menor concentração de oxigênio no período.

q) Resumo

De um modo geral, as águas da Bacia do São Francisco, durante o período de chuvas, apresentaram características oligotróficas. O ponto localizado no rio Brígida (P2') apresentou elevada concentração de compostos dissolvidos na água provenientes provavelmente da lixiviação do solo. Na maioria dos pontos amostrados a presença de coliformes totais ficou acima do permitido pela Resolução CONAMA nº 20/86 para águas de Classe 2, devido ao carreamento para os corpos d'água de excretas de animais. A transposição de águas da Bacia do São Francisco, no período amostrado, não contribuiria para a eutrofização de outras bacias. Os fatores que mais afetam a qualidade da água na bacia é o descarte de esgoto sanitário sem tratamento prévio e lixiviação de compostos orgânicos, inclusive fezes de animais, e inorgânicos causados pela chuva e irrigação.

2.2.1.2 BACIA DO PARAÍBA

Os resultados analíticos obtidos em laboratório juntamente com os valores de oxigênio dissolvido e temperatura, realizados *in loco* nos pontos de amostragem da Bacia do Paraíba são apresentados no Quadro 2-3.

QUADRO 2-3 – RESULTADOS DE CAMPO E LABORATÓRIO DAS MEDIÇÕES NO AÇUDE DO EPITÁCIO PESSOA (P5), BACIA DO PARAÍBA (JUNHO DE 2004)

Parâmetros	Unidade	Resultados	Resolução
		P5	CONAMA 20/86
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	58	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/l	< 0,02	0,02
CÁLCIO	mg/l	5,58	
CHUMBO	mg/l	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/l	65	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	242	
DQO	mg/l	34	
DUREZA	mg/l	81	
FERRO	mg/l	0,19	
FOSFATO TOTAL	mg/l	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/l	7,17	
NÍQUEL	mg/l	0,01	0,025
NITRATO	mg/l	0,47	10
NITRITO	mg/l	< 0,02	1,0
pH	-	8,0	6,0 - 9,0
POTÁSSIO	mg/l	5,37	
SÍLICA	mg/l	5,06	
SÓDIO	mg/l	27,2	
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	270	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	45	
SULFATOS	mg/l	7,8	250
TURBIDEZ	UNT	60	100
ZINCO	mg/l	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	41	1000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	> 24200	5000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	7,1	>5 mg/l
TEMPERATURA	°C	26	

Na Bacia do Paraíba foi realizado apenas um ponto de amostragem localizado no açude Epitássio Pessoa na cidade de Boqueirão, PB. No Projeto de Integração está previsto que o açude receberá água do São Francisco e por isso foi escolhido como ponto de amostragem. Também se deve ressaltar que a água do açude é utilizada para fornecimento humano e irrigação nas cidades de Boqueirão, Campina Grande dentre outras na região semiárida do sertão Paraibano.

a) Alcalinidade Total e Cálcio

Os resultados de alcalinidade e cálcio apresentaram valores de 58 e 5,58 mg/L, respectivamente. A presença do cálcio é proveniente do tipo de solo encontrado na região que provavelmente é carregado pelas chuvas ou irrigação. As determinações da alcalinidade e do cálcio apresentaram características normais, considerando a qualidade da água. A variação destes valores foi pequena entre os períodos de chuva e de estiagem.

b) Compostos Nitrogenados

Como já descritas anteriormente, as formas nitrogenadas são importantes para caracterizar um sistema aquático quanto a sua trofia. A concentração de amônia não ionizável foi baixa, com valor de $<0,02$ mg/L, (Quadro 2-3), bem mais baixa que a concentração observada na época de estiagem (0,123 mg/l).

Os teores de nitrato (0,47 mg/L) e nitrito ($<0,02$ mg/L) também se mostraram abaixo dos limites preconizados pelo CONAMA para águas de Classe 2. No período de estiagem a concentração de nitrato foi mais baixa, provavelmente devido a um aporte desse composto no período de chuvas de insumos agrícolas, pois a atividade é mais intensa nesta época.

c) Metais (Chumbo, Ferro, Níquel, Zinco e Magnésio)

As concentrações dos metais analisados apresentaram valores abaixo do exigido pelo CONAMA (Quadro 2-3). No entanto detectou-se um aumento para a maioria desses elementos (Chumbo ficou abaixo do nível detectável pelo método), entre os períodos de estiagem e chuvas. Esses valores indicam que a chuva está contribuindo de alguma maneira para o aporte desses elementos na água, mas não a ponto de influenciar na qualidade da água no açude Epitássio Pessoa.

d) Cloreto

Os cloretos, que podem caracterizam os sólidos dissolvidos totais entre outros sais, apresentaram concentração relativamente baixa (Quadro 2-3). Seu valor foi inferior ao exigido pelo CONAMA para águas de Classe 2 e bem inferior ao amostrado no período de estiagem (297,8 mg/L), provavelmente decorrente do déficit hídrico, típico da estação, e conseqüente concentração de sais.

e) Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica nesse ponto apresentou valor relativamente elevado que está ligado a presença de íons. Em geral, considera-se que, quanto menos poluídas estiverem as águas, menor será a condutividade em função do conteúdo mineral e orgânico. Os resultados indicam uma baixa decomposição de matéria orgânica na água que poderia estar liberando eletrólitos. Esse valor está bem mais baixo que o verificado durante o período de chuvas.

f) DQO

A DQO apresentou valor baixo (Quadro 2-3), o que indica um baixo consumo de oxigênio dissolvido advindo de reações químicas de oxidação de nutrientes originados de lixiviação ou da decomposição de matéria orgânica. Esse resultado se mostrou bem abaixo do registrado no período de seca, provavelmente devido ao maior volume do açude e maior circulação de água.

g) Dureza

Os teores de dureza são caracterizados pelo teor de cálcio da água relacionado aos carbonatos e bicarbonatos presentes. O teor de dureza determinado foi de 81 mg/L no açude Epitácio Pessoa (Quadro 2-3). Esse valor, associado aos teores de cálcio, indica que a água, no açude Epiássio Pessoa, pode ser considerada “moderadamente dura” e com capacidade de tamponamento.

Esse valor também se apresentou bem mais alto no período de estiagem, também decorrente do déficit hídrico da estação, que concentra sais nos corpos d’água.

h) Fosfato Total

Não foi detectado fosfato total nessa campanha ($< 0,02\text{mg/L}$) no ponto P5. Os teores de fósforo total se apresentaram abaixo do limite determinado pelo CONAMA para águas de Classe 2 ($0,025\text{ mg/L}$). Esse resultado foi bem abaixo do valor medido durante o período de seca, variação atribuída ao aumento do volume de água no açude.

i) pH

O resultado do pH determinado no açude Epiássio Pessoa (8) encontra-se dentro do enquadramento de águas Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 20/86 que varia de 6 a 9. A água nesse açude possui uma tendência alcalina semelhante às águas encontradas na região do semi-árido. Esse resultado foi bem semelhante ao encontrado no período de seca (8,4).

j) Potássio e Sódio

A qualidade das águas em relação a esses íons se apresentou dentro da faixa considerada normal em relação à concentração destes elementos. Os valores de potássio e sódio foram de 5,37 e 27,2 mg/L, respectivamente (Quadro 2-3). O potássio não apresenta concentração restritiva para qualidade de água. O sódio

apresenta uma concentração restritiva apenas para água de irrigação que varia de 0 a 40 meq/L.

k) Sílica

O nível de sílica encontrado na água do açude de Epiássio Pessoa foi de 5,06 mg/L (Quadro 2-3), que é a concentração normal das águas de regiões semi-áridas. No entanto, durante o período de seca sua concentração foi de 13,24 mg/L, indicativa de altos níveis de evaporação no período.

l) Sólidos Dissolvidos e Suspensos Totais

A análise de Sólidos dissolvidos apresentou valor de 270 mg/L ficando abaixo do permitido pelo CONAMA para águas de Classe 2. A presença dos sólidos dissolvidos está ligada à presença de íons na água de origem alóctone. A concentração de sólidos em suspensão foi de 45 mg/L, indicando baixas quantidades de matéria orgânica na água nesta região.

Os valores para sólidos dissolvidos totais sofreram um aumento significativo em relação à amostragem no período de seca, decorrente da lixiviação do solo pelas chuvas.

m) Sulfato

A presença de sulfato no ponto P5 foi de 7,8 mg/l ficando bem abaixo dos valores permitidos pelo CONAMA. No entanto, entre o período de seca e de chuva houve um aumento da sua concentração no açude, provavelmente oriundo de insumos agrícolas, pois esta atividade é mais intensa no período chuvoso.

n) Turbidez

Os valores de turbidez determinados no açude Epiássio Pessoa apresentou concentração abaixo do estabelecido pelo CONAMA (Quadro 2-3) para águas de Classe 2. Este parâmetro não foi estudado no período de estiagem.

o) Coliformes Fecais e Totais

A concentração de coliformes fecais determinada (Quadro 2-3) no açude de Epiássio Pessoa - PB apresentou valor abaixo do estabelecido pelo CONAMA para águas de Classe 2. A concentração de coliforme total foi 4 vezes maior que o permitido pelo CONAMA que é de 5.000 NMP/100 mL. O valor de coliformes totais indica a presença de pastagens com gado no entorno do açude, e fontes pontuais

de efluente doméstico que estão contribuindo para a elevada concentração de coliformes totais. No geral, observou-se que o número de coliformes fecais na água do açude Epitássio Pessoa - PB esteve dentro do limite legal, mas, quanto aos coliformes totais, o açude apresentou valores superiores ao limite sanitário. Esse resultado compromete o uso dessas águas para irrigação das culturas. Considerando especialmente a presença de coliformes fecais, será necessária uma desinfecção da água para consumo humano, tendo em vista que a maior parte das doenças associadas à água é transmitida por via fecal.

p) Oxigênio Dissolvido e Temperatura

O teor de oxigênio dissolvido (OD) e de temperatura determinado em campo apresentaram uma concentração de 7,1 mg/L e 26 °C (Quadro 2-3). A concentração de OD ficou acima do mínimo permitido pelo CONAMA para águas de Classe 2. Não houve variações significativas deste valor entre as amostragens realizadas no período de estiagem e chuvas.

q) Resumo

O açude de Epitássio Pessoa localizado na Bacia do Paraíba apresentou baixas concentrações de material dissolvido e em suspensão. A ausência das formas nitrogenadas e de fósforo é uma boa indicação de que o ambiente se encontra pouco eutrofizado. Em relação às características sanitárias o açude apresenta elevada concentração de coliformes totais indicando que não está isolado por vegetação ciliar, observa-se que existe grande presença de circulação de animais domésticos (bois e cabras) no entorno do açude o que indica a alta concentração de coliformes totais. A presença de coliformes fecais foi baixa, mas para se ter uma melhor caracterização da água em função desse parâmetro seria necessário haver um monitoramento mensal como preconiza a norma do CONAMA. Segundo os diversos parâmetros, houve uma melhora significativa da qualidade de água, no período de chuvas, em relação ao período de estiagem. Os parâmetros foram geralmente relacionados ao balanço hídrico (e.g. concentrações de cloreto, potássio e sódio) para sua manutenção, demonstrando a importância da oferta hídrica para a qualidade de água local.

2.2.1.3 BACIA DO RIO PIRANHAS

Os resultados analíticos obtidos em laboratório juntamente com os valores de oxigênio dissolvido e temperatura realizados *in loco* nos pontos de amostragem da Bacia do Rio Piranhas são apresentados no Quadro 2-4.

QUADRO 2-4 – RESULTADOS DE CAMPO E LABORATÓRIO DAS MEDIÇÕES NA BACIA DO RIO PIRANHAS NOS PONTOS P7, P7', P14, P15 E P16, (JUNHO DE 2004)

Parâmetros	Unidade	Resultados					Resolução CONAMA 20/86
		P7	P7'	P14	P15	P16	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	59	139	79	85	62	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/l	< 0,02	0,03	< 0,02	0,25	0,13	0,02
CÁLCIO	mg/l	4,35	7,48	5,24	5,83	4,49	
CHUMBO	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/l	20	66	32	62	30	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	161	362	239	276	169	
DQO	mg/l	56	6	13	6	10	
DUREZA	mg/l	46	114	72	74	44	
FERRO	mg/l	0,10	< 0,05	0,31	0,21	0,15	
FOSFATO TOTAL	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/l	3,43	9,02	4,67	6,10	4,26	
NÍQUEL	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
NITRATO	mg/l	< 0,1	< 0,1	0,18	0,16	< 0,1	10
NITRITO	mg/l	< 0,02	< 0,02	0,05	< 0,02	< 0,02	1,0
pH	-	7,8	8,2	7,8	8,1	7,6	6,0 – 9,0
POTÁSSIO	mg/l	5,49	4,95	6,11	9,11	8,93	
SÍLICA	mg/l	3,24	4,50	4,27	5,20	4,67	
SÓDIO	mg/l	10,8	28,9	18,1	36,3	21,5	
SÓLIDOS ISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	110	243	146	206	136	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	< 5	6	14	23	74	
SULFATOS	mg/l	2,7	9,3	3,4	4,8	2,2	250
TURBIDEZ	UNT	16	0,9	2,4	1,8	5,5	100
ZINCO	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	120	20	> 24200	20	3076	1000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	959	272	> 24200	6867	> 24200	5000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	7,2	8,2	8,7	9,0	8,5	>5 mg/l
TEMPERATURA	°C	26	28	27,5	28,2	27,4	

a) Alcalinidade Total e Cálcio

Os valores de alcalinidade e cálcio apresentaram poucas variações entre os 5 pontos de amostragem. O ponto P7', localizado no rio Piancó, apresentou os maiores valores de alcalinidade e cálcio. O aumento da alcalinidade está associado a maior concentração de cálcio encontrada neste ponto, decorrente da lixiviação do solo causado pela chuva nesse período. Nesse trecho o rio encontrava-se com uma profundidade máxima de 0,5 m, podendo assim ter aumentado a concentração deste íon. No geral, em relação a esses parâmetros, da Bacia do Rio Piranhas os pontos amostrados nos rios e açudes encontram-se dentro da faixa considerada normal em relação à concentração do cálcio e à alcalinidade.

Não houve grandes variações desses parâmetros, entre os períodos de seca e chuvas, apenas um pequeno incremento, na época de cheia, que pode ser atribuído à maior lixiviação do solo pelas chuvas.

b) Compostos Nitrogenados

As concentrações de amônia não ionizável para os pontos P15 (rio Piranhas) e P16 (açude Armando Ribeiro Gonçalves) (Quadro 2-4), foram maiores que os preconizados pela Resolução CONAMA nº 20/86 para águas de Classe 2, que é de 0,02 mg/L. Essa maior concentração se deve ao despejo de esgoto *in natura* nas cidades localizadas a montante desse ponto. No ponto P16 a maior concentração desse composto também pode estar sendo originado de descarte orgânico proveniente da cidade de São Rafael, onde a presença antrópica é muito intensa. Deve-se ressaltar que as principais fontes de amônia em ambientes aquáticos são originados da decomposição da matéria orgânica e da utilização de fertilizantes na agricultura.

As concentrações de nitrato e nitrito, nos pontos amostrados, no período de junho, apresentaram-se abaixo do limite do CONAMA para águas Classe 2. As concentrações de nitrito, estiveram abaixo dos limites do CONAMA (1,0 mg/L) e apresentaram concentrações <0,02 mg/L nos pontos amostrados. As concentrações de nitrato também apresentaram concentrações abaixo do limite preconizado pelo CONAMA de 10 mg/L para águas de Classe 2.

Os ambientes aquáticos estudados na Bacia do Rio Piranhas indicaram baixo nível de trofia quanto às formas nitrogenadas. As maiores concentrações foram de amônia não ionizável localizadas nos pontos P15 e P16, no qual a presença antrópica é muito intensa (plantações no entorno, captação de água, descartes pontuais de dejetos humano e animal). Os valores observados para amônia, ainda que acima do seu padrão de qualidade, não restringem o uso da água para consumo. Em comparação com o período de seca, houve uma redução da concentração desses compostos.

c) Metais (Chumbo, Ferro, Níquel, Zinco e Magnésio)

Os resultados encontrados indicaram baixas concentrações para os metais analisados, com todos os resultados enquadrados na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 20/86.

Os resultados indicaram a ausência de possíveis atividades que produzem efluentes com alta concentração desses metais na Bacia do Rio Piranhas. Não houve mudanças entre os períodos de estiagem e chuvas.

d) Cloreto

As concentrações de cloreto apresentaram, nos trechos amostrados (P7, P7', P14, P15 e P16), qualidade abaixo dos limites da Resolução CONAMA nº 20/86, que é

de 250 mg. Todos os rios e açudes nesta bacia encontram-se com valores normais para águas de consumo e de irrigação.

e) Condutividade Elétrica

Os resultados de condutividade elétrica apresentaram-se elevadas, principalmente nos pontos amostrados do rio Piancó (P7') e do rio Piranhas (P14 e P15). Os valores de condutividade foram maiores nos rios (Quadro 2-4) quando comparados com os açudes, isto porque, em ambientes lóticos, a presença de eletrólitos de origem orgânica é maior. No período de chuvas a entrada de matéria orgânica pelos rios também é maior, fazendo com que ocorra o aumento de íons em suas águas.

No geral, os açudes apresentaram baixos valores de condutividade elétrica, enquanto que, nos rios, os valores foram maiores. O rio Piranhas, amostrado em dois pontos, apresentou elevada concentração de íons, provavelmente de origem alóctone (matéria orgânica lixiviada) e também de origem antrópica proveniente de efluentes das cidades em seu entorno. Deve se ressaltar que o maior valor encontrado no rio Piancó pode estar, também, relacionado ao baixo nível de água em que ele se encontrava, causando uma maior concentração de íons presentes na água.

No período de seca os valores de condutividade foram relativamente mais altos, que também pode ser atribuído a uma maior concentração de íons, devido ao baixo volume de água na época.

f) DQO

A demanda química de oxigênio (DQO) apresentou concentrações baixas em todos os pontos amostrados (Quadro 2-4). O consumo de oxigênio pelas reações químicas da decomposição nesses pontos se mostrou baixo; somente no açude de Coremas (P7) o valor de DQO foi mais elevado. No período de coleta, foi observada a presença de floração de *Microcystis* em todo o açude. De acordo com informações locais, o aparecimento dessas algas é muito comum no período de chuvas. Portanto, é possível que o maior valor de DQO encontrado nesse ponto esteja relacionado com a presença dessas algas, que contribuem para um maior consumo de oxigênio.

No período de seca, a DQO foi significativamente mais alta nessa bacia, mostrando que a baixa circulação de água pode incrementar esta demanda. No entanto, no açude de Coremas, durante o período de chuvas, a concentração de DQO pode ser elevada pela floração de *Microcystis*.

g) Dureza

Os teores de dureza determinados indicaram, de acordo com a classificação SPERLING (1996), que todos os pontos amostrados quanto a esse parâmetro tiveram suas águas classificadas como moderadamente dura (Quadro 2-4). Os pontos localizados no rio Piranhas apresentaram valores semelhantes, enquanto que, no rio Piancó (P7'), sua concentração (114 mg/L) foi maior quando comparada com os demais pontos. Os valores de dureza refletem principalmente os teores de íons de cálcio e magnésio encontrados nesses pontos, que, combinados, formam os carbonatos e bicarbonatos. A presença desses íons foi também maior no ponto P7', indicando a presença de carbonatos na água nesse trecho.

h) Fosfato Total

Os resultados das análises para fosfato total mostram concentrações abaixo do padrão de qualidade de água preconizado pelo CONAMA para águas de Classe 2, que é de 0,025 mg/L.

Os resultados indicam por organismos e vegetais que a forma mais assimilável (fosfato total) não está presente, e que as possíveis fontes como esgoto, agricultura e efluentes industriais desse composto não estão presentes nos trechos estudados da Bacia do Rio Piranhas.

Durante o período de seca, apenas o açude Coremas apresentou valores abaixo dos preconizados pelo CONAMA para águas de Classe 2, os demais se apresentaram eutrofizados para esse nutriente.

i) pH

Os valores de pH na Bacia do Rio Piranhas variaram entre 7,8 e 8,2 entre os pontos amostrados (Quadro 2-4). No geral, os maiores valores de pH foram os localizados nos rios Piancó (P7') e rio Piranhas (P15).

Os resultados nos pontos da Bacia do rio Piranhas, durante a época de seca, se mostraram semelhantes, e ligeiramente básicos.

j) Potássio e Sódio

Os íons de potássio e sódio se apresentaram dentro da faixa considerada normal em relação à concentração desses elementos (Quadro 2-4). Os valores de potássio e sódio foram maiores no rio Piranhas – RN (P15). O aporte desses íons, na água em P15, são provenientes da irrigação e de esgotos das cidades do seu entorno.

As águas da Bacia do Rio Piranhas apresentam concentrações de potássio e sódio consideradas normais para esses tipos de ambiente, não restringindo seu uso para consumo ou irrigação. O potássio não apresenta concentração restritiva para qualidade de água do CONAMA nem para água de irrigação. O sódio apresenta uma concentração restritiva apenas para água de irrigação (40 meq/L).

k) Sílica

As concentrações de sílica se mostraram praticamente homogêneas entre os pontos amostrados (rios e açudes) na Bacia do Rio Paraíba (Quadro 2-4). Segundo EDWARDS e LISS (1973) as concentrações de sílica em águas fluviais é bastante uniforme. Um ligeiro aumento na concentração de sílica foi observado no ponto P15, localizado no rio Piranhas.

Durante o período de seca, as concentrações de sílica foram mais altas, provavelmente devido ao menor volume de água presente nos pontos amostrados e a uma maior taxa de evaporação.

l) Sólidos Dissolvidos e Suspensos Totais

As determinações de sólidos dissolvidos na água da Bacia do Rio Piranhas apresentaram valores abaixo dos limites previstos pelo CONAMA para águas de Classe 2. Os pontos P7' (rio Piancó) e P15 (rio Piranhas) foram os que apresentaram maiores concentrações destes sólidos, com valores de 243 e 206 mg/L, respectivamente. O volume baixo de água encontrado no rio Piancó pode ter contribuído para a maior concentração dos sólidos dissolvidos provenientes da matéria orgânica. Nesse mesmo ponto (P7') a determinação de condutividade elétrica também se mostrou elevada, indicando assim uma presença elevada de íons dissolvidos.

As coletas feitas durante a estação de seca mostraram valores mais baixos desses parâmetros, diferença que pode ser atribuída à maior lixiviação do solo pelas chuvas.

m) Sulfato

O sulfato apresentou valores abaixo dos limites de detecção do método (< 0,1 mg/L) nos pontos amostrados no período de julho (Quadro 2-4), o que indica a ausência de entradas alóctones de sulfato na água.

O único ponto onde houve uma variação significativa, entre o período de seca e de chuvas foi o rio Piranhas, a montante da Cidade de Pombal (P14), onde houve uma redução na concentração de sulfatos no período de chuvas.

n) Turbidez

As determinações de turbidez realizadas nos pontos P7, P7', P14, P15 e P16 na Bacia do Rio Piranhas apresentaram concentrações (Quadro 2-4) abaixo do estabelecido pelo CONAMA para águas de Classe 2. Somente em P7 a turbidez apresentou um valor mais elevado do que os demais pontos amostrados, mas, ainda assim, bem abaixo desse limite.

o) Coliformes Fecais e Totais

A concentração permitida pelo CONAMA para coliformes fecais é de 1.000 NMP/100 mL, valores abaixo permitem o uso das águas para uso primário e balneabilidade.

As concentrações de coliformes fecais nos pontos P7, P7'e P15 estão abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA. Para o ponto P16 localizado no açude Armando Ribeiro o resultado foi 6 vezes maior do que o valor permitido. No ponto P14 os valores superaram 24 vezes o limite. O resultado desse parâmetro indica a existência de fontes intensas de lançamento de esgoto doméstico nesse sistema. Ressalta-se que o açude (P16) possui um ponto de captação de água (local da amostragem) para a cidade de São Rafael.

Os resultados para coliformes totais foi maior que os permitidos pelo CONAMA nos pontos P14 (rio Piranhas - PB), P15 (Rio Piranhas - RN) e P16 (açude Armando Ribeiro - RN). As maiores concentrações de coliformes totais nesses pontos estão relacionadas à presença de pastagens no entorno e entradas pontuais de esgoto doméstico. As concentrações elevadas de coliformes totais demonstram que o rio Piranhas apresenta um baixo nível sanitário, o que pode significar uma concentração pontual decorrente de atividades que estejam sendo executadas continuamente no entorno do rio.

Os pontos amostrados na Bacia do Rio Piranhas para coliformes indicam uma presença antrópica intensa com entrada de esgotos de origem humana e animal. Os pontos mais críticos em relação a esses parâmetros foram os pontos localizados no rio Piranhas - PB, Piranhas - RN e no açude de Armando Ribeiro - RN

Esses parâmetros não foram medidos no período de seca, tendo sido apenas medidos na estapa de Inserção Regional, quando os valores para coliformes fecais na Bacia do rio Piranhas estavam abaixo dos valores preconizados pela Resolução CONAMA nº 20/86.

p) Oxigênio Dissolvido e Temperatura

Os teores de oxigênio dissolvido (OD) nos trechos amostrados da Bacia do Rio Piranhas foram elevados (Quadro 2-4) e as concentrações foram maiores que o mínimo preconizado pelo CONAMA para águas de Classe 2 (> 5 mg/l de OD). Os valores de OD indicaram a ausência de decomposição e baixa presença de matéria orgânica em todos os pontos amostrados na bacia de drenagem do Rio Piranhas.

A temperatura apresentou pouca variação entre os locais amostrados e seus valores foram relativamente elevado, característicos das águas na região. As variações de temperatura foram de 26°C a 28,2° C.

O OD no Rio Piranhas (P14 e P15), apresentou uma menor concentração durante o período de seca, do que no período de chuvas, podendo ser atribuída a maior circulação e a menor temperatura de água, que no período de seca variou de 29° C a 32° C.

q) Resumo

As águas da Bacia do Rio Piranhas apresentaram características de água oligotróficas tanto nos açudes como nos rios estudados. Observou-se um baixo nível sanitário das águas no período de coleta, com valores de coliformes totais acima do limite preconizado pelo CONAMA. Nos pontos no qual as concentrações não superaram as exigidas pelo CONAMA, observou-se a presença de coliformes totais. Os pontos localizados no Rio Piranhas, nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, apresentaram os trechos mais críticos para a qualidade de água da bacia de drenagem. O açude Armando Ribeiro Gonçalves também apresentou elevados valores de coliformes fecais e totais.

Como nas outras bacias, as maiores variações detectadas entre o período de seca e chuvas foram aquelas que dependem do balanço hídrico e circulação de água para sua manutenção.

2.2.1.4 BACIA DO JAGUARIBE

Os resultados analíticos obtidos em laboratório juntamente com os valores de oxigênio dissolvido e temperatura, realizados *in loco* nos pontos de amostragem da Bacia do Jaguaribe são apresentados no Quadro 2-5.

QUADRO 2-5 – RESULTADOS DE CAMPO E LABORATÓRIO DAS MEDIÇÕES NA BACIA DO JAGUARIBE NOS PONTOS P8, P11, P17 E P18, (JUNHO DE 2004).

Parâmetros	Unidade	Resultados				Resolução CONAMA 20/86
		P8	P11	P17	P18	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	174	150	71	89	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/l	0,28	0,03	0,10	0,15	0,02
CÁLCIO	mg/l	9,36	8,75	5,19	6,56	
CHUMBO	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/l	453	104	23	44	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	1295	540	169	250	
DQO	mg/l	17	< 5	10	11	
DUREZA	mg/l	350	166	56	86	
FERRO	mg/l	0,16	0,14	0,22	0,20	
FOSFATO TOTAL	mg/l	< 0,02	< 0,02	0,02	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/l	20,3	11,4	4,24	6,02	
NÍQUEL	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
NITRATO	mg/l	0,27	0,10	0,30	0,12	10
NITRITO	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	1,0
pH	-	8,2	8,0	7,7	8,0	6,0 – 9,0
POTÁSSIO	mg/l	17,9	8,26	8,98	9,61	
SÍLICA	mg/l	5,75	6,34	6,06	6,01	
SÓDIO	mg/l	60,6	38,4	15,8	27,2	
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	988	351	135	181	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	37	22	< 5	32	
SULFATOS	mg/l	104	34	4,2	7,9	250
TURBIDEZ	UNT	1,7	1,8	3,8	1,9	100
ZINCO	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	327	14136	327	7270	1000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	6488	> 24200	1789	17328	5000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	8,2	8,0	7,4	6,6	>5 mg/l
TEMPERATURA	°C	26	28	26	25,5	

a) Alcalinidade Total e Cálcio

Os valores de alcalinidade da água, na Bacia do Jaguaribe, estiveram compreendido na faixa de 71 a 174 mg/l de CaCO₃. As maiores concentrações foram obtidas nos rios localizados no rio dos Porcos (P8) e rio Salgado (P11). Como a alcalinidade está ligada diretamente a presença de cálcio, os valores obtidos desse elemento tiveram também suas maiores concentrações nos pontos P8 e P11.

Os maiores valores de alcalinidade localizados nos pontos P8 e P11 implicam uma elevada capacidade de tamponamento das águas nesses trechos. As águas dos rios apresentaram as maiores concentrações de alcalinidade e cálcio quando comparado com o ponto localizado no açude de Orós - CE.

Durante o período de seca, os valores de alcalinidade se mostraram mais baixos, indicando que as chuvas aumentam o aporte de de carbonato de cálcio, através da lixiviação do solo.

b) Compostos Nitrogenados

As concentrações de amônia não ionizável mostraram-se mais elevadas que o limite recomendado pelo CONAMA para águas de Classe 2, em todos os pontos da Bacia do Jaguaribe (Quadro 2-5), sendo que a maior concentração foi obtida no rio dos Porcos (P8). A presença de amônia na água é indicadora de poluição orgânica de caráter recente (os despejos orgânicos em estado bruto contêm altos teores de nitrogênio amoniacal), portanto, os altos valores obtidos desse parâmetro refletem a influência das cargas poluidoras provenientes de lançamentos de esgoto doméstico na Bacia do Jaguaribe.

As formas mais oxidadas de nitrogênio (nitrato e nitrito) não foram detectadas em níveis significativos, as concentrações desses parâmetros em todos os pontos amostrados, ficaram abaixo do permitido pelo CONAMA.

c) Metais (Chumbo, Ferro, Níquel, Zinco e Magnésio)

As determinações da qualidade da água nos rios e açude da Bacia do Jaguaribe (Quadro 2-5) situados na área de influência direta e indireta do projeto de transposição do rio São Francisco, em ambos os pontos amostrados não detectaram a presença de concentrações altas desses metais.

As águas da Bacia do Jaguaribe não apresentam concentrações significativas de metais e seus valores ficaram abaixo do preconizado pelo CONAMA.

d) Cloreto

Nos quatro pontos amostrados na Bacia do Jaguaribe somente o ponto amostrado no rio dos Porcos (P8) apresentou altas concentrações desse íon na água, acima dos valores preconizados pela Resolução CONAMA nº 20/86. O cloreto presente na água no ponto P8 pode estar sendo originado pela poluição por esgoto sanitário proveniente da cidade de Milagres. A presença de plantações no entorno também pode estar contribuindo para o aumento dessa concentração nas águas deste trecho amostrado. Os resultados obtidos foram semelhantes aos observados na estação seca.

e) Condutividade Elétrica

Os valores obtidos de condutividade elétrica da água nos quatro pontos amostrados apresentaram-se próximo a valores característicos de águas fortemente mineralizadas, classificadas por MARGALEF (1983). O autor classifica águas de 500 a 1.000 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ como fortemente mineralizadas, e de 50 a 500 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ como águas naturais e puras.

As maiores concentrações foram obtidas nos pontos P8 e P11, no qual os valores foram de 540 e 1.295 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$. Os altos valores de condutividades obtidos nesses pontos relacionados com as elevadas concentrações de sólidos dissolvidos (Quadro 2-5) indicam a presença elevada de compostos orgânicos e inorgânicos provenientes de cargas de esgoto e agricultura existentes nesses trechos.

Os valores na época de estiagem foram mais elevados, mas não variaram significativamente.

f) DQO

A DQO apresentou valores baixos para todos os pontos da Bacia do Jaguaribe (Quadro 2-5). Os resultados indicam um baixo consumo de oxigênio dissolvido em reações químicas, tais como as de oxidação de nutrientes. Os processos químicos podem estar ocorrendo de maneira lenta, não apresentando consumo elevado de oxigênio, nos pontos amostrados da Bacia do Jaguaribe.

Na época de seca, a DQO foi mais alta em todos os pontos amostrados, indicando que a menor circulação de água pode estar aumentando a concentração de matéria orgânica e nutrientes oxidáveis.

g) Dureza

O valor de dureza da água no ponto P8 mostrou-se acima de 300 mg/L CaCO_3 , referente a águas muito duras. Os demais pontos apresentaram valores na faixa de 15 a 150 mg/L CaCO_3 , indicadores de dureza moderada. Entretanto, isso não constitui uma limitação para utilização desses corpos d'água como manancial de abastecimento.

As águas da Bacia do Jaguaribe podem ser classificadas como moderadamente dura, com exceção do trecho localizado no rio dos Porcos em que suas águas foram classificadas como muito dura.

Durante a época de seca, a maior concentração de sais, decorrente do déficit hídrico, contribui para valores mais altos de dureza.

h) Fosfato Total

As baixas concentrações de fosfato, abaixo do padrão de qualidade do CONAMA 20/86, observadas nas amostras coletadas durante o mês de junho, indicam condições de produtividade baixa e pouca entrada de cargas ricas em fósforos. As concentrações determinadas ficaram abaixo dos limites de quantificação do

método, podendo ser consideradas nulas (Quadro 2-5). A ausência de fósforo total pode estar ocorrendo devido à elevada presença de oxigênio dissolvido.

Pode-se inferir que a Bacia do Jaguaribe está sujeita a baixos processos de eutrofização com baixa produtividade primária. As baixas concentrações de fósforo indicam também que os esgotos domésticos lançados nos trechos estudados, ou a montante deles, não constituem uma fonte de fósforo.

Esse quadro é bem diferente do encontrado no período de estiagem, quando as concentrações de fósforo se mostraram acima dos valores máximos do CONAMA para águas de classe 2.

i) pH

Em ambos os pontos amostrados, as águas da Bacia do Jaguaribe mostraram-se ligeiramente alcalinas (Quadro 2-5), com valores de pH variando na faixa permitida pelo CONAMA, para águas de Classe 2. Esse parâmetro não apresentou variações espaciais significativas com exceção do ponto P17 (açude de Orós), que apresentou um pH de 7,7.

Na época de seca, os rios dos Porcos e Salgado se mostraram com uma condição alcalina e os valores de pH estavam acima dos valores permitidos pelo CONAMA, para águas de Classe 2, indicando uma alta concentração de íons OH^- , originados da hidrólise dos bicarbonatos presentes na água.

j) Potássio e Sódio

Os valores de potássio e sódio apresentaram comportamentos semelhantes nos pontos amostrados com concentrações baixas (Quadro 2-5). O sódio e potássio apresentaram suas maiores concentrações no ponto P8 com valores de 60,6 e 17,9 mg/L, respectivamente. Os maiores teores de sódio e potássio localizado no rio dos Porcos se devem à entrada desses elementos pela lixiviação do solo causado pelo período de chuva. As águas da Bacia do Jaguaribe apresentaram concentrações semelhantes às encontradas nas demais bacias em estudo desse projeto.

As concentrações na época de seca, se mostraram menores do que as detectadas no presente estudo, indicando que a maior fonte desses elementos é a lixiviação do solo ocasionado pelas chuvas.

k) Sílica

Nos quatro pontos amostrados (Quadro 2-5) na Bacia do Jaguaribe, o parâmetro sílica apresentou baixas concentrações, o que pode indicar uma baixa abundância de algas do grupo de diatomáceas nos trechos em estudo.

No período de seca, as concentrações de sílica, dos pontos amostrados, se mostraram bem mais altas. Essa condição, pode ser devida ao déficit hídrico da estação e ao aumento de algas desse grupo.

l) Sólidos Dissolvidos e Suspensos Totais

As cargas de sólidos presentes em corpos de água podem ser constituídas por todas as impurezas contidas nela.

As quantidades totais de material suspensos e dissolvidos na água dos pontos localizados na Bacia do Jaguaribe apresentaram valores elevados como nos pontos localizados no rio dos Porcos - CE e rio Salgado - CE (Quadro 2-5). No ponto P8 a presença de sólidos dissolvidos totais na água encontraram-se maiores (988 mg/L) que os limites previstos pelo CONAMA para águas Classe 2.

A elevada concentração dos sólidos dissolvidos no rio dos Porcos e no rio Salgado se deve provavelmente ao carreamento de compostos orgânicos provenientes do solo através das chuvas (período da coleta) aumentando as concentrações do material dissolvido nesse trecho de rio.

As elevadas concentrações de sólidos dissolvidos nos pontos P8 e P11 se refletem na condutividade elétrica que também apresentou valores elevados nestes locais. Uma condutividade elevada é causada pela alta concentração de sólidos dissolvidos de origem alóctone, causada, muito provavelmente, pela lixiviação do solo causada pela chuva.

Isso é comprovado pelos baixos valores desses parâmetros encontrados durante o período de seca.

m) Sulfato

Em todo o trecho estudado da Bacia do Jaguaribe, o parâmetro sulfato apresentou concentrações abaixo do nível permitido pelo CONAMA para águas de Classe 2 (Quadro 2-5). A observação de concentrações baixas de sulfato na água pode ser associada à inexistência de condições anaeróbias nos ambientes em estudo, o que poderia permitir a redução do íon sulfato a sulfeto. No entanto, verificou-se uma maior concentração no rio dos Porcos, tanto na presente coleta, quanto na realizada no período de seca, indicando um maior aporte local para este composto.

n) Turbidez

As determinações de turbidez das águas da Bacia do Jaguaribe (Quadro 2-5), para ambos os trechos amostrados, apresentaram valores abaixo do padrão máximo

determinado pelo CONAMA. Esses valores determinam adequação das águas do rio para consumo humano direto em relação a esse parâmetro.

o) Coliformes Fecais e Totais

As concentrações de coliformes fecais nos pontos P11 e P18 estão acima dos limites permitidos pelo CONAMA, enquanto que no rio Salgado (P11), o resultado foi maior 14 vezes maior do que o valor permitido. No rio Jaguaribe (P18) o valor foi 7 vezes acima do limite. Esses resultados indicam um grande despejo de esgoto doméstico sem tratamento nesses rios.

Os resultados para coliformes totais foi maior que os permitidos na maioria dos pontos amostrados da Bacia do Jaguaribe. Essas altas concentrações de coliformes totais estão relacionadas à presença de esgoto doméstico. As determinações de coliformes indicam a ausência de tratamento prévio nos esgotos das cidades no entorno desses trechos, e suas águas, conseqüentemente, encontram-se com um baixo nível sanitário.

Essas águas não são recomendadas para uso de abastecimento público sem antes ser tratada por métodos convencionais.

p) Oxigênio Dissolvido e Temperatura

Observa-se nos resultados obtidos nos pontos amostrados (Quadro 2-5) que as águas da Bacia do Jaguaribe apresentam teores elevados de oxigênio dissolvido (OD), acima do preconizado pela Resolução CONAMA nº 20/86 para águas de Classe 2.

Nota-se um menor valor de OD no ponto P18 causado possivelmente pela elevada carga de matéria orgânica proveniente da cidade de Jaguaribe. Nesse caso o consumo de oxigênio deve ser maior devido à degradação excessiva da matéria orgânica (originada do aporte de despejos domésticos), causando um decaimento no teor de OD. Esse parâmetro não foi medido durante a época de seca, nesses pontos.

A temperatura em ambos os pontos amostrados na Bacia do Jaguaribe mostrou-se dentro da faixa de 25,5° C a 28° C. As temperaturas se mostraram bem mais altas na estação seca, chegando a 34° C no rio dos Porcos.

q) Resumo

As condições de qualidade de água na Bacia do Jaguaribe mostram-se comprometidas devido, principalmente, ao elevado grau de poluição por

coliformes. O rio dos Porcos e o rio Salgado apresentaram elevada concentração de sólidos orgânicos e inorgânicos em suas águas originados, possivelmente, do carreamento de solos e aportes de efluentes domésticos. O rio Salgado e o rio Jaguaribe apresentaram os pontos mais críticos para a qualidade da água, pois as concentrações de coliformes indicaram um grau elevado de contaminação por esgoto doméstico.

2.2.1.5 BACIA DO APODI

Os resultados analíticos obtidos em laboratório juntamente com os valores de oxigênio dissolvido e temperatura, realizados *in loco* nos pontos de amostragem da Bacia do Apodi são apresentados no Quadro 2-6.

QUADRO 2-6 – RESULTADOS DE CAMPO E LABORATÓRIO DAS MEDIÇÕES NA BACIA DO APODI NOS PONTOS P12, P12' E P13, (JUNHO DE 2004)

Parâmetros	Unidade	Resultados			Resolução CONAMA 20/86
		P12	P12'	P13	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	75	89	92	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/l	0,17	0,07	0,09	0,02
CÁLCIO	mg/l	5,71	6,13	6,05	
CHUMBO	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/l	51	70	83	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	228	285	290	
DQO	mg/l	29	< 5	< 5	
DUREZA	mg/l	62	76	73	
FERRO	mg/l	0,06	< 0,05	< 0,05	
FOSFATO TOTAL	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/l	4,54	5,41	5,81	
NÍQUEL	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
NITRATO	mg/l	< 0,1	< 0,1	0,10	10
NITRITO	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	1,0
pH	-	7,9	7,4	7,4	6,0 - 9,0
POTÁSSIO	mg/l	8,42	9,02	7,69	
SÍLICA	mg/l	4,68	5,67	5,72	
SÓDIO	mg/l	28,7	35,7	38,7	
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	181	197	212	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	11	10	14	
SULFATOS	mg/l	1,5	3,2	2,3	250
TURBIDEZ	UNT	11	1,0	2,4	100
ZINCO	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	20	< 1	74	1000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	243	20	1191	5000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	7,4	6,0	7,0	>5 mg/l
TEMPERATURA	°C	25,8	25	26,2	

a) Alcalinidade Total e Cálcio

As determinações de alcalinidade e cálcio apresentaram poucas variações entre os 3 pontos de amostragens. O rio Apodi (P13) apresentou o maior valor de

alcalinidade. Os valores de alcalinidade e cálcio apresentaram concentrações semelhantes com os demais rios e açudes estudados nesse trabalho. A alcalinidade e os valores de pH indicam que as águas da Bacia do Apodi apresentam uma capacidade elevada de tamponamento.

Esses valores foram semelhantes aos encontrados durante o período de seca.

b) Compostos Nitrogenados

Os valores de amônia não ionizável obtidos nos pontos P12, P12' e P13 (Quadro 2-6) foram maiores que os preconizados pelo CONAMA para águas de Classe 2. A maior concentração ocorreu no açude Pau dos Ferros (P12). Nesse trecho a presença antrópica é muito intensa e a entrada de fontes nitrogenadas (na forma de amônia) pode estar sendo originada das plantações locais e do aporte de efluentes domésticos. Os demais pontos indicaram concentrações acima do permitido, mas a influência antrópica nesses pontos é menos intensificada.

As concentrações dos compostos nitrogenados (nitrato e nitrito), apresentaram-se abaixo do limite da Resolução CONAMA nº 20/86 para águas Classe 2. As concentrações de nitrito, composto quimicamente instável e de menor solubilidade que a amônia, estiveram abaixo dos limites máximos permitidos pelo CONAMA e apresentaram concentrações menores do que 0,02 mg/L nos pontos amostrados nesse período. O padrão CONAMA preconiza 1,0 mg/L como limite máximo para essa variável. As concentrações de nitrato também apresentaram concentrações abaixo do limite preconizado pelo IBAMA de 10 mg/L para águas de Classe 2.

No geral, os ambientes amostrados na Bacia do Apodi não se mostraram eutrofizados em relação às formas nitrogenadas. A maior concentração de amônia, encontrada no ponto P12, indica a presença de lançamento de esgoto doméstico e plantações.

c) Metais (Chumbo, Ferro, Níquel, Zinco e Magnésio)

O levantamento da qualidade de água na Bacia do Apodi em ambos os pontos amostrados não detectou a presença de concentração chumbo, ferro, níquel e zinco (Quadro 2-6). Somente o magnésio foi encontrado nos pontos amostrados.

Os resultados de metais na água da Bacia do Apodi, em relação aos padrões do CONAMA para águas de Classe 2, indicaram valores abaixo do estabelecido para os metais analisados. Esses resultados indicam que as atividades antrópicas na bacia de drenagem do Apodi têm influenciado pouco a elevação desses compostos nas águas, principalmente no período de chuvas. Valores semelhantes foram encontrados em todas as águas das bacias estudadas neste trabalho.

No entanto, as amostras realizadas durante a época de estiagem, detectaram uma concentração de 0,04 mg/L de chumbo nas águas do açude Pau dos Ferros, acima do valor de 0,03 mg/L permitidos pelo CONAMA. Como no presente estudo não se encontrou mais esses altos teores de chumbo, é possível que tenham sido ocasionados por um aporte pontual e temporário desse poluente.

d) Cloreto

As concentrações de cloreto (Quadro 2-6) encontradas nos trechos P12, P12' e P13 apresentaram qualidade abaixo dos limites da Resolução CONAMA 20/86 que é de 250 mg. A entrada deste íon nos pontos amostrados podem ser considerados relativamente baixos comuns em águas naturais, uma vez que no local amostrado e a sua montante não existem fontes deste íons ou derivados. A pouca presença do íon cloreto provavelmente esta contribuindo somente para o aumento dos sólidos dissolvidos totais nas águas da Bacia do Apodi.

Não houve variações significativas para esse parâmetro entre as amostragens de seca e de chuva.

e) Condutividade Elétrica

Os valores de condutividade elétrica nos pontos P12, P12' e P13 apresentaram valores entre 228 e 290 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Quadro 2-6). Os resultados mostraram-se homogêneos, indicando uma baixa presença de matéria orgânica dissolvida na água e baixo aporte de efluentes domésticos, que poderiam estar contribuindo para o aumento desse parâmetro. A concentração observada nesses pontos pode ser composta, basicamente, de íons de cloreto e sódio.

Nas amostragens realizadas durante a época de seca, os valores de condutividade elétrica foram maiores, provavelmente devido a maior concentração de íons.

f) DQO

Pode-se observar que, em ambos os locais de amostragens da Bacia do Apodi, as águas apresentaram baixos níveis de matéria orgânica dissolvida indicadas pelas concentrações baixas e nulas de DQO (Quadro 2-6). Os valores indicam, ainda, a ausência de aportes de cargas poluidoras orgânicas de origem doméstica nos trechos amostrados das águas na Bacia do Apodi.

Durante a época de seca, os valores de DQO foram mais elevados, indicando uma menor circulação de água e maior concentração de matéria orgânica.

g) Dureza

Os teores de dureza determinados indicaram que, de acordo com a classificação de SPERLING (1996), os pontos amostrados (P12, P12' e P13) tiveram suas águas classificadas como moderadamente dura (Quadro 2-6).

Os valores de dureza foram maiores durante o período de seca, indicando uma maior concentração de cálcio na água, devido ao menor volume de água presente.

h) Fosfato Total

As concentrações de fósforo totais (Quadro 2-6) determinadas nos pontos P12, P12' e P13 apresentaram-se abaixo do limite fixado como padrão de qualidade para corpos de águas da Classe 2, demonstrando a adequação dessas águas para usos previstos para essa classe.

Através desse parâmetro pode-se sugerir que as águas da Bacia do Apodi apresentam características oligotróficas, ou seja, águas com baixas concentrações de nutrientes (fósforo e nitrogênio).

i) pH

Os valores de pH variaram entre 7,4 (P12' e P13) e 7,9 (P12), indicando águas com tendências a neutralidade, características de águas naturais, (Quadro 2-6). Os resultados encontram-se dentro do enquadramento de rio Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 20/86.

Somente no açude Pau dos Ferros houve uma variação significativa do pH, entre os períodos de seca e de chuvas, onde o valor desse parâmetro foi bem mais alto na seca, alcançando 9,2, além do limite da resolução CONAMA nº 20/86. Não foi encontrada causa para esse valor alto na campanha de seca.

j) Potássio e Sódio

Os valores de íons de potássio e sódio apresentaram valores comuns para ambientes aquáticos nessa região (Quadro 2-6). As águas da Bacia do Apodi apresentam concentrações de potássio e sódio semelhantes às concentrações encontradas nas demais bacias estudadas nesse trabalho. O potássio não apresenta concentração restritiva para qualidade de água do CONAMA nem para água de irrigação.

k) Sílica

As concentrações de sílica nos pontos P12, P12' e P13 se mostraram praticamente homogêneas nas águas da Bacia do Apodi (Quadro 2-6). Os valores encontrados foram de 4,68 (açude Pau dos Ferros), 5,67 (foz do rio Vaca Morta) e 5,72 mg/L (rio Apodi), concentrações que podem ser consideradas normais.

Durante a época de seca esses valores foram mais elevados, indicando uma maior concentração decorrente do menor volume de água.

l) Sólidos Dissolvidos e Suspensos Totais

A presença de sólidos dissolvidos e suspensos totais em todos os pontos amostrados (Quadro 2-6) apresentaram valores abaixo dos previstos pelo CONAMA para águas de Classe 2. No entanto, esses valores foram mais baixos do que os obtidos durante as coletas na época de estiagem, devido ao menor aporte de material lixiviado do solo.

m) Sulfato

Como já descrito anteriormente, o sulfato, apesar de não atuar como fator limitante na produção de ecossistemas aquáticos, é uma importante fonte de nutriente para as comunidades biológicas. Os resultados de sulfato determinados em laboratório apresentaram valores abaixo dos limites máximos determinados pelo CONAMA, para águas Classe 2, que é de 250 mg/L. As concentrações obtidas demonstram que não há impacto oriundo de plantações no entorno da Bacia do Apodi, que poderiam ser fontes desses composto para as águas.

Os valores obtidos durante as amostragens realizadas no período de seca, também, ficaram abaixo dos limites do CONAMA, mas foram um pouco mais altos que os da época de chuvas.

n) Turbidez

Os valores de turbidez obtidos nos pontos P12, P12' e P13 na Bacia do Apodi apresentaram concentrações (Quadro 2-6) abaixo do preconizado pelo CONAMA para águas de Classe 2. Os valores de turbidez corroboram os valores de sólidos, indicando uma baixa presença de compostos orgânicos suspensos e dissolvidos nas águas da Bacia do Apodi.

o) Coliformes Fecais e Totais

Os valores de coliformes fecais apresentados no Quadro 2-6 apresentaram concentrações abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 20/86 para águas de Classe 2. Os valores de coliformes totais também foram abaixo dos estabelecidos pelo CONAMA. O maior valor de coliformes fecais e totais foi observado no rio Apodi, muito provavelmente nesse ponto, ou a sua montante, ocorre a presença de fontes pontuais de efluentes domésticos provenientes da cidade de Itaú.

No geral, as águas da Bacia do Apodi apresentaram concentrações baixas de coliformes, podendo sugerir que suas águas encontram em condição para consumo humano direto após tratamento prévio.

p) Oxigênio Dissolvido e Temperatura

Os teores de oxigênio dissolvido (OD) nos trechos amostrados (Quadro 2-6) da Bacia do Apodi foram maiores que o preconizado pelo CONAMA para águas de Classe 2 (> 5 mg/L de OD). Os valores de OD indicaram a ausência de decomposição e a baixa presença de matéria orgânica em todos os pontos amostrados da bacia. Nos pontos amostrados, durante o período de seca (P12' e P13), os valores de OD foram semelhantes aos obtidos no presente estudo.

A temperatura apresentou poucas variações entre os locais amostrados. As variações de temperatura foram as mais baixas encontradas em todo o período de coleta e os valores ficaram entre 25 e 26,2 °C.

q) Resumo

As águas da Bacia do Apodi apresentaram características oligotróficas, com baixas concentrações a ausência das formas de nitrogênio e fósforo. Suas características sanitárias apresentaram valores muito baixos de coliformes. A presença de íons determinados em suas águas é considerada normal para águas naturais. A presença antrópica nessa bacia se mostra pouco intensa, refletindo na qualidade da água da bacia de drenagem. De todas as águas das bacias em estudo, a Bacia do Apodi é a que sofre menor influência antrópica, e suas águas apresentam boa qualidade para consumo humano e irrigação.

2.3 CONCLUSÕES

Dos resultados realizados das análises químicas e físicas de qualidade das águas no período das chuvas pode-se concluir o seguinte:

- Os esgotos de origem doméstica representam a principal fonte poluidora das bacias estudadas no presente trabalho;
- Os cursos d'água de regime temporário, que caracterizam a maioria dos ambientes lóticos na área de estudo, apresentam uma melhoria da qualidade de suas águas, para a maioria dos parâmetros, no período de chuvas devido a maior disponibilidade hídrica;
- O lançamento de esgotos pelas cidades situadas nas áreas de influência direta do empreendimento, por não apresentarem em sua grande maioria sistemas de tratamento de esgoto, é o maior responsável pela alteração dos parâmetros de qualidade da água conforme preconiza a Resolução CONAMA 20/86, para águas de Classe 2;
- As atividades pecuárias no entorno dos açudes e rio é considerado como o principal fator de elevação dos coliformes totais em alguns dos corpos d'água analisados;
- As águas dos pontos amostrados na bacia do São Francisco foram as que apresentaram a maior concentração de poluentes de origem sanitária, indicada pela concentração de matéria orgânica e coliformes. Essa maior concentração se deve as maiores atividades antrópicas que são desenvolvidas próximas a esses pontos.
- As águas da bacia do Apodi apresentaram os melhores padrões de qualidade da água entre as bacias receptoras no presente estudo. A presença de efluentes domésticos e de atividades agrícolas é muito pequena, o que reflete na boa qualidade de suas águas.
- A bacia do Apodi foi a única onde as análises de água não demonstraram elevadas contagens de coliformes.

As bacias do São Francisco e Apodi apresentaram, em seus ambientes lóticos e lênticos, características de sistemas oligotróficos, com elevados teores de oxigênio e baixas concentrações de nutrientes, principalmente o fósforo.

3. LIMNOLOGIA

3.1 COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

3.1.1 INTRODUÇÃO

A comunidade fitoplanctônica é, entre as diversas comunidades do ecossistema aquático, a primeira a responder às variações da disponibilidade de recursos do ambiente. Devido a uma taxa de crescimento muito rápida, em alguns casos menor que um dia, essa comunidade tem sua estrutura e dominância, modificadas em prazos muito curtos (3 dias a uma semana). Segundo REYNOLDS (1984), todo o processo de sucessão de espécies, que em ambientes terrestres pode demorar algumas décadas, ocorre em algumas semanas na comunidade fitoplanctônica.

Modificações na estrutura física do ambiente (padrões de estratificação e mistura) bem como o efeito dessas condições na disponibilidade de nutrientes e luz, são os principais fatores determinantes para o desenvolvimento diferenciado das espécies do fitoplâncton e, conseqüentemente, da abundância absoluta e relativa de suas espécies.

A determinação da estrutura da comunidade fitoplanctônica é também de fundamental importância para a manutenção da qualidade de água para abastecimento. Sabendo-se quais os fatores determinantes na variação da diversidade e predomínio das espécies de algas, pode-se saber o desenvolvimento futuro de espécies que afetam diretamente o abastecimento de água potável.

Estando na base dos ecossistemas pelágicos, a composição e densidade de organismos fitoplanctônicos são fundamentais na definição do restante das comunidades aquáticas, como o zooplâncton e peixes.

Poucos trabalhos sistemáticos de levantamento da biodiversidade de espécies fitoplanctônicas e suas características como indicadores ambientais foram feitos em ambientes aquáticos do semi-árido nordestino. Esses trabalhos, na sua maioria, são pontuais e fragmentados, o que não permite uma visão integrada dessa comunidade e dos processos por elas definidos.

3.1.2 METODOLOGIA

3.1.2.1 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA

Para a análise da comunidade fitoplanctônica foram coletadas duas amostras por ponto de amostragem. Para a análise qualitativa foram coletadas amostras com rede de plâncton com malha de 20 μm , através de arrasto vertical na zona eufótica. Para análise quantitativa foram coletadas amostras com cerca de 300 mL na subsuperfície (até 15 cm de profundidade). Os pontos de amostragem foram os mesmos realizados para Qualidade de Água (Quadro 2-1, Figura 2-1).

As amostras qualitativas e quantitativas foram fixadas com formol (4%) e conservadas ao abrigo da luz e de variações de temperatura até o momento de serem transportadas para o laboratório.

A análise qualitativa do fitoplâncton coletado com rede foi feita em microscópio binocular com aumento de 1.000 vezes, com o auxílio de chaves de identificação genéricas e específicas.

Para a análise quantitativa foi utilizada a metodologia de contagem em câmara de sedimentação em microscópio invertido segundo UTERMÖHL (1958), levando-se em consideração os critérios descritos por WETZEL e LIKENS (1983).

Para contagem foram considerados organismos, células individuais, colônias e agrupamentos característicos de cada espécie. No caso de *Microcystis* sp. foram contadas colônias com mais de 10 células, colônias pequenas e células livres de *Microcystis* sp. foram contadas separadamente e cada célula foi considerada nova colônia.

3.1.2.2 CLOROFILA E FEOPIGMENTOS

As amostras para determinação de clorofila e feopigmentos foram retiradas da subsuperfície da água em cada um dos pontos de amostragem e filtradas no campo em filtros GF/C. O volume filtrado variou conforme a quantidade de material em suspensão de cada amostra.

A extração da clorofila foi feita segundo a metodologia da acetona 80% a frio e a determinação através de espectrofotometria, segundo descrito em ARAR (1997) e DOS SANTOS *et al.* (2003).

3.1.3 RESULTADOS

3.1.3.1 CLOROFILA A E FEOPIGMENTOS

A concentração de clorofila variou de $52,5 \mu\text{m.L}^{-1}$ na estação P1' (reservatório de Sobradinho) a $0,9 \mu\text{m.L}^{-1}$ na estação P3 (reservatório Itaparica), ambos na Bacia do Rio São Francisco. A média, considerando todos os pontos, é de $5,6 \mu\text{m.L}^{-1}$.

A menor concentração de feopigmentos foi observado no Rio Piancó (P7') e foi igual a $1,8 \mu\text{m.L}^{-1}$. A maior concentração foi observada, também, na estação P1' ($31,7 \mu\text{m.L}^{-1}$). A média das concentrações de feopigmentos foi de $4,5 \mu\text{m.L}^{-1}$.

Os valores das concentrações de clorofila e feopigmentos podem ser observados na Figura 3-1.

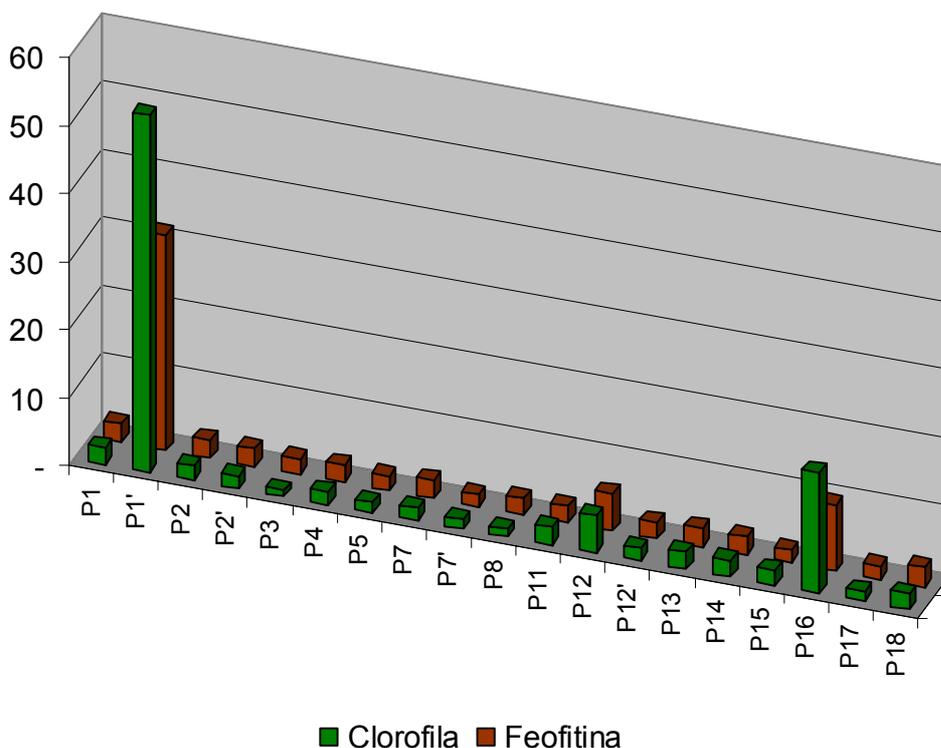


FIGURA 3-1 – CONCENTRAÇÕES DE CLOROFILA E FEOPIGMENTOS NAS 19 ESTAÇÕES DO RIO SÃO FRANCISCO E TRIBUTÁRIOS EM JUNHO DE 2003.

3.1.3.2 ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO FITOPLÂNTON

A composição da comunidade fitoplanctônica variou bastante entre os pontos estudados.

Foram encontrados 96 táxons no nível genérico e infra-genérico. O grupo com maior riqueza de táxons é o das clorófitas (53), seguido pelo grupo das diatomáceas (24) e cianobactérias (14). Ainda foram observados 3 criptófitas, 2 crisófitas, 1 euglenófitas e 1 dinoflagelado.

As cianobactérias foram dominantes (>50% da comunidade) em 7 pontos P1, P7, P12, P12', P13, P14 e P16. *Aphanocapsa minutissima* foi a espécie mais abundante, entre as cianófitas, nos pontos P1, P7, P12', P13 e P14. No ponto P12 o gênero mais abundante foi *Raphidiopsis* spp. e, no P16, *Microcystis aeruginosa*.

Nos pontos P1' e P5 o predomínio foi das clorófitas. No ponto P1', as desmídias, como *Cosmarium* spp., *Staurodesmus* sp. e *Staurastrum* spp. formaram mais de 80% da comunidade. Na estação P5 o grupo das clorófitas predominante foi das clorococais como *Monoraphidium* spp., *Chlorella* spp. e *Schroederia* sp.

As diatomáceas foram predominantes nas estações P2' e P3. *Coconeis* sp. foi o gênero dominante em P2', e *Aulacoseira granulata* em P3.

No restante das estações nenhum grupo foi dominante, porém os mais abundantes sempre foram cianobactérias, diatomáceas ou clorófitas. A abundância relativa dos grupos fitoplanctônicos nas 19 estações pode ser observadas na Figura 3-2. Os resultados de abundância relativas são apresentados no **Anexo D**.

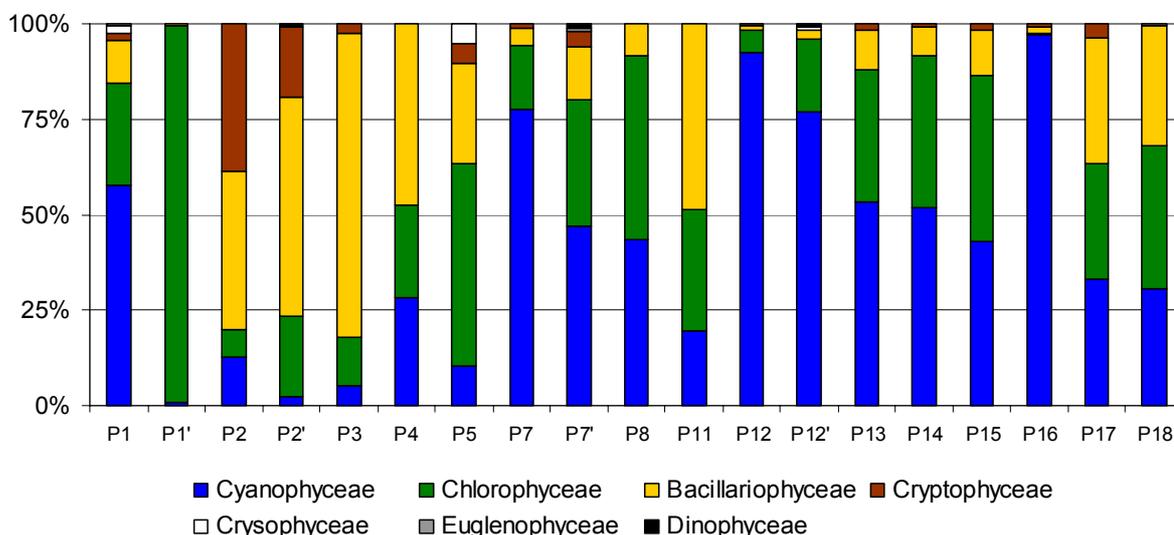


FIGURA 3-2 – ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS NAS 19 ESTAÇÕES DO RIO SÃO FRANCISCO E TRIBUTÁRIOS EM JUNHO DE 2003.

A densidade de organismos fitoplanctônicos variou de 701 org/mL na estação P5 (Açude Epitácio Pessoa) a 413.037 org/mL na estação P1' (barragem de Sobradinho). A densidade de organismos fitoplanctônicos nas 19 estações pode ser observada na Figura 3-3.

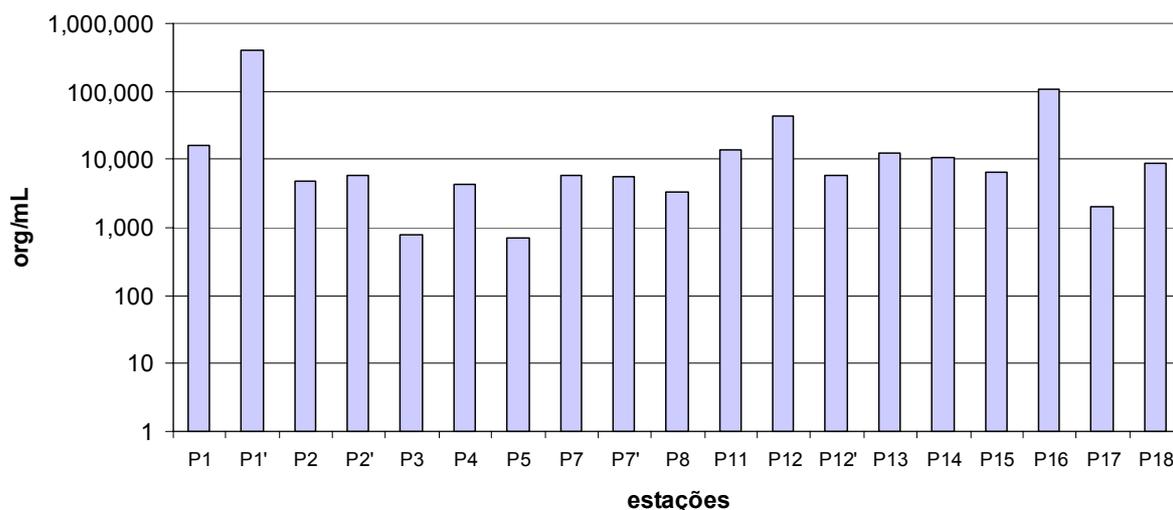


FIGURA 3-3 - DENSIDADE DE ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS NAS 19 ESTAÇÕES DO RIO SÃO FRANCISCO E TRIBUTÁRIOS EM JUNHO DE 2003.

3.1.4 DISCUSSÃO

A concentração média de clorofila *a* nos 19 pontos indica que a maioria desses ambientes pode ser classificada como oligo-mesotróficos. Somente as estações P1' e P16 tem concentrações típicas de ambientes eutróficos. Segundo WETZEL (1983), concentrações de clorofila variando de 0,3 a 4,5 $\mu\text{g/L}$ caracterizam ambientes oligotróficos; concentrações variando entre 3 e 11 $\mu\text{g/L}$ são típicas de ambientes mesotróficos.

Em algumas estações amostradas a concentração de feopigmentos foi ligeiramente maior que as concentrações de clorofila. Em rios, ambientes com grande aporte de material alóctone, as concentrações de feopigmentos podem ser bem maiores que as concentrações de clorofila *a* (BRANCO, 1986).

Na estação P1', a densidade e composição da comunidade fitoplanctônica corrobora os dados de clorofila. Somente nas estações P1', com a grande densidade de desmídias e na P16, com proliferações de *Microcystis aeruginosa*, o fitoplâncton tem características de ambientes mais eutrofizados.

Na bacia do Rio São Francisco (estações P1, P1', P2, P2', P3 e P4), a composição fitoplanctônica é muito variada. Na estação P1 o predomínio das cianofíceas (principalmente *Raphidiopsis indica*) indica um ambiente mais eutrofizado e com baixa disponibilidade de luz.

As cianofíceas são organismos diretamente associados a maiores graus de trofia, principalmente a maiores concentrações de fósforo (REYNOLDS, 1984). Entre as cianofíceas o grupo das oscillatoriales, composto entre outras por *Oscillatoria*,

Phormidium, *Raphidiopsis* e *Lingbya*, são algas típicas de ambientes menos iluminados, predominando em ambientes mais turbulentos, diferentes de outras cianofíceas como *Microcystis* e *Anabaena* (HAVENS *et al.*, 1998).

Na estação P1' o predomínio de desmídias (ex. *Cosmarium* sp.) indica ambientes com deficiência de nutrientes, ligeiramente ácidos e sombreados (REYNOLDS *et al.* 2002). São algas normalmente associadas a ambientes com grande competição com macrófitas.

As outras estações dessa bacia (P2, P2', P3 e P4) têm em comum as diatomáceas como organismos mais abundantes, *Aulacoseira* sp. em P2, P3 e P4, e *Coconeis* sp. em P2'. *Aulacoseira* sp. é uma espécie típica de ambientes eutrofizados em períodos de maior turbulência da água (REYNOLDS, 1984), *Coconeis* sp. é um gênero mais comum em ambientes com menor penetração de luz.

Na bacia do Jaguaribe (P8, P11, P17 e P18) a comunidade é composta de pequenas cianobactérias (*Pseudanabena catenata*, *Aphanocapsa* spp.), pequenas clorofíceas (*Monoraphidium* spp., *Clamydomonas* sp.) e pequenas diatomáceas (*Navicula* spp.). As algas pequenas são típicas de ambientes pouco iluminados e com baixa concentração de nutrientes (FLÖDER *et al.*, 2002). A baixa dominância e a alta diversidade também são características de ambientes oligo-mesotróficos turbulentos.

Na bacia do Apodi (12, 12' e 13) a comunidade fitoplanctônica é caracterizada pela maior abundância de cianobactérias (*Raphidiopsis* spp. e *Aphanocapsa* spp.), dois gêneros típicos de ambientes ricos em nutrientes e pouco iluminados (REYNOLDS, 1984).

Na estação 12' a presença de *Cylindrospermopsis* sp. é preocupante, pois essa alga é considerada uma das mais tóxicas entre as espécies de cianobactérias (FALCONER, 1999).

O predomínio das cianobactérias também é característica da bacia do rio Piranhas, principalmente *Aphanocapsa* spp., com proliferações de *Microcystis aeruginosa* em P16. *Aphanocapsa* sp. é indicada por REYNOLDS *et al.* (2002) como espécie típica do verão em ambientes eutróficos de região temperada.

Microcystis aeruginosa é uma das espécies de cianobactéria mais associada a condições de eutrofia, principalmente em ambientes com grandes concentrações de fósforo e grande disponibilidade de luz (CALIJURI e DOS SANTOS, 1996). REYNOLDS *et al.* (2002), classificam *Microcystis* sp. como gênero que tolera condições de alta insolação.

Outras características associadas à presença de *Microcystis* sp, são a estratificação da coluna de água e a existência de camadas profundas anóxicas.

Segundo REYNOLDS (1984), as colônias de *Microcystis* sp. se estabelecem na superfície depois que o crescimento delas se inicia em águas mais profundas e anóxicas. *Microcystis* sp. pode até crescer em águas não estratificadas, porém logo depois de um período de estratificação e sedimentos anóxicos. Para GANF (1974), a presença de *Microcystis* sp. está associada a variações frequentes na camada de mistura.

A estação P5, única na bacia do Rio Paraíba, a comunidade fitoplanctônica foi caracterizada por pequenas clorófitas (*Schorederia* sp., *Monoraphidium* spp. e *Chlorella* spp.) e diatomáceas (*Aulacoseira* spp.), típicas de ambiente oligomesotróficos, semelhante à encontrada na bacia do Jaguaribe, porém com características de regiões mais turbulentas pela maior presença de diatomáceas.

3.1.5 CONCLUSÕES

A comunidade fitoplanctônica e a concentração de clorofila observadas nas 19 estações indicam que a maior parte dos ambientes tem características mesoeutróficas.

As baixas concentrações de clorofila e a pouca presença de cianobactérias em alguns pontos parecem estar mais relacionadas à limitação pela luz imposta pela turbulência dos ambientes que pelas condições tróficas.

O predomínio das cianobactérias na maioria dos pontos, a presença de gêneros potencialmente tóxicos (*Anabeana* sp., *Cylindrospermopsis raciborski*, *Raphiopsis* spp.) e a proliferação de *Microcystis aeruginosa* no P16 são preocupantes e devem ser acompanhadas com cuidado e proximidade para evitar problemas de saúde pública em curto prazo.

Alterações na hidrodinâmica, com aumento ou diminuição de tempo de retenção em trechos do rio ou reservatórios, devem ser estudados com muito cuidado devido ao perigo de produzirem proliferações de algas em maior quantidade.

3.2 MACRÓFITAS AQUÁTICAS

3.2.1 INTRODUÇÃO

A mudança de uma área de um rio em reservatório ou alterações em um fluxo de água acarretam várias interferências nos processos biogeoquímicos, que resultam em alterações no ambiente aquático, ou seja, promovem uma série de modificações nas características limnológicas nos ambientes alterados. Essas alterações podem ser destacadas pela mudança do estado físico, químico e

biológico do reservatório formado (montante) e atenuação dos pulsos hidrológicos a jusante.

Considerando as comunidades aquáticas, observa-se mudanças das espécies existentes no rio por outras com características de sistemas lênticos. Entre essas comunidades, encontram-se as macrófitas aquáticas, cujo crescimento e colonização está relacionado a fatores abióticos e bióticos como características morfológica do reservatório, características hidrológicas da bacia, velocidade de corrente, incidência de luz, aporte de nutrientes, predadores e outros.

O crescimento excessivo das macrófitas aquáticas é indesejável por comprometer o uso múltiplo de reservatórios incluindo a utilização da água para consumo, causando problemas de saúde pública por possibilitar a proliferação de vetores de doenças, diminuindo a radiação disponível para a coluna de água, promovendo o decaimento do oxigênio na coluna d'água e interferindo na produção de energia elétrica. No reservatório de Jupia (rio Paraná, nos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul) por exemplo, o prejuízo econômico acumulado desde 1991, decorrente do crescimento da macrófita aquática *Egeria densa*, foi avaliado em mais de 3 milhões de dólares (TANAKA, 1998).

No entanto, as macrófitas aquáticas, por serem uma das maiores produtoras de biomassa vegetal de muitos rios e açudes do Semi-Árido nordestino, constituem-se de fundamental importância para a manutenção da estrutura e funcionamento desses ecossistemas. Além de contribuir com sua biomassa para a comunidade zoobentônica como fonte de alimento, libera para o corpo d'água grande quantidade de nutrientes, principalmente N, P, K e S, importantes para outras comunidades, como a fitoplanctônica e a perifítica, se desenvolverem e manterem a ciclagem dos nutrientes (THOMAZ e BINI, 1999).

O objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de macrófitas que habitam a área de influência direta e indireta do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional e identificar as espécies presentes que oferecem potenciais riscos para os usos múltiplos destas águas.

3.2.2 METODOLOGIA

O levantamento de macrófitas foi realizado nos 19 pontos de amostragem (Quadro 2-1, Figura 2-1) no qual também se realizaram as demais coletas para comunidades planctônicas e análises químicas e físicas.

A identificação das espécies de macrófitas foi realizada através da coleta de exemplares e observações em campo de todas as espécies presentes na área de influência do Projeto de Integração. Exemplares de espécies foram herborizados e/ou fixados para posterior identificação quando necessário.

Para as identificações das plantas submersas, foi utilizado o lançamento de poitas ou a utilização de “garfos” que possibilitassem a coleta, para que os mesmos procedimentos relatados anteriormente fossem realizados.

3.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.2.3.1 BACIA DO SÃO FRANCISCO

As macrófitas presentes nas águas da Bacia do São Francisco foram *Pistia stratiotes* (ponto P1), *Lemna* (ponto P1), *Ceratophyllum* (ponto P2'), *Egeria densa* (ponto P2 e P4), *Salvinia auriculata* (ponto P2), *Ricciocarpus natans* (ponto P2), *Nymphaea* sp. (ponto P4), *Eichhornia azurea* (ponto P2) e *Eichhornia crassipes* (ponto P4). Nos pontos localizados no reservatório de Itaparica (P3) e reservatório de Sobradinho (P1') não foram encontradas espécies de macrófitas.

Os trechos em que mais se observou a presença de macrófitas foram aqueles localizados no ponto P2 e P4, situados no rio São Francisco – PE, e no açude Posto da Cruz - PE, respectivamente. Nesses trechos prevaleceram principalmente as espécies de *E. azurea* e *E. crassipes*. São espécies de plantas flutuantes e fixas em substrato, no caso da *E. azurea*. As espécies de *Eichhornia* são abundantes em margens de rios, lagos e açudes; sua presença muitas vezes está associada com elevados índices de eutrofização do ambiente. A *E. crassipes* é considerada uma planta invasora dificultando a utilização de águas e também impossibilitando a navegação. Em ambientes muito eutrofizados *E. crassipes* pode duplicar a biomassa a cada 2 semanas (POTT e POTT, 2000). No ponto P4 também foi identificada a *Egeria densa*, planta submersa que, em sistemas aquáticos eutrofizados, também pode crescer e se proliferar por todo o ambiente, impossibilitando muitas vezes o uso múltiplo das águas.

A maior presença dessas plantas nos pontos P2 e P4 se deve a maior carga de nutrientes que essas regiões recebem das cidades do seu entorno. O período de chuva também pode estar contribuindo com a relativa diversidade de espécies encontradas nesses pontos. A entrada de compostos orgânicos nesse período é maior causando o aparecimento destas espécies.

As espécies encontradas nos demais pontos amostrados apresentam características de plantas comuns nestas regiões do nordeste, na maioria são plantas de menor porte e que contribuem para o fluxo energético da cadeia de detritos nesses locais.

3.2.3.2 BACIA DO PARAÍBA

No ponto amostrado da Bacia do Paraíba (açude Epitássio Pessoa - PB) não foi observada a presença de macrófitas aquáticas.

3.2.3.3 BACIA DO RIO PIRANHAS

As macrófitas presentes nas águas da Bacia do rio Piranhas foram encontradas apenas *Eichhornia crassipes* (P7) e *Nymphaea* sp. (P14).

Os números de indivíduos observados nesses pontos foram muito raros, a abundância dessas espécies foi muito pequena. Apesar desses ambientes terem uma quantidade elevada de matéria orgânica, a presença das plantas aquáticas foi muito pequena.

3.2.3.4 BACIA DO JAGUARIBE

Os pontos amostrados na Bacia do Jaguaribe apresentaram ausência de macrófitas aquáticas. Foi identificada apenas a presença de *Pistia stratiotes* em P17, no açude de Orós. A ausência de plantas aquáticas nesses pontos pode estar associada às baixas concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo) presentes nessas águas.

3.2.3.5 BACIA DO APODI

As macrófitas aquáticas presentes nas águas da Bacia do Apodi foram: *Egeria densas* e *Nymphaea* sp., todas localizadas na foz do rio Vaca Morta (montante do açude Pau dos Ferros). Nesse trecho encontrou-se uma elevada abundância dessas espécies, principalmente *E. densas*. O local amostrado apresenta plantações em seu entorno que podem estar causando uma entrada elevada de matéria orgânica, contribuindo para o crescimento dessas espécies.

3.2.4 CONCLUSÕES

De um modo geral, uma maior diversidade de espécies de macrófitas aquáticas foi identificada na Bacia do São Francisco, onde a presença antrópica é muito intensa. Os pontos mais representativos foram: P2 - rio São Francisco - PE (jusante da cidade de Orocó) e P4 - açude Posto da Cruz - PE. Nessa bacia a presença de aportes orgânicos de origem doméstica e agrícola é muito elevada, fatores esses, que podem estar contribuindo para a maior densidade de macrófitas aquáticas encontradas .

As águas da Bacia do São Francisco se constituem possíveis veículos de dispersão de espécies de macrófitas aquáticas. As espécies mais freqüentes foram *Eichhornia*

crassipes, *E. azurea* e *Egeria densa*. As demais espécies se apresentaram presentes, mas com muito poucos indivíduos.

As macrófitas aquáticas identificadas que apresentam um maior potencial de risco para a qualidade da água e seus múltiplos usos foram *Eichhornia crassipes*, *E. azurea* e *Pistia stratiotes*. Essas plantas possuem uma capacidade elevada de reprodução e privilegiam ambientes aquáticos ricos em nutrientes (eutrofizados). Os possíveis riscos potenciais no caso de aumento dessas espécies nos ambientes amostrados são: inviabilização de transportes fluviais, interferência na produção de energia, decaimento do potencial de pesca, principalmente em ambientes lênticos, e doenças de veiculação hídrica.

3.3 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

3.3.1 INTRODUÇÃO

O estudo da composição e da biodiversidade do zooplâncton é de fundamental importância para o entendimento básico da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Sua perda tem implicações relevantes no gerenciamento da qualidade de água desses ambientes e nos seus múltiplos usos.

O conhecimento dos táxons e sua abundância no ambiente, ou seja, sua biodiversidade, propicia várias aplicações, dentre elas o de avaliar o grau de perturbação sofrida nos ambientes aquáticos ou na bacia hidrográfica.

As comunidades aquáticas agem como eficiente condutor trófico na transferência de energia entre os produtores primários e os macroinvertebrados e vertebrados consumidores. O zooplâncton, com suas várias formas de exploração do meio, participa na regeneração e no transporte de nutrientes (JEFF *et al.*, 1999; ELSER *et al.*, 1988) e na produtividade secundária, além de servir como sensíveis indicadores biológicos da qualidade da água (SLÀDECEK, 1973; MARGALEF, 1983; PEJLER, 1983).

Essa eficiência pode ser perturbada por ações antrópicas, como o despejo de esgotos, que acaba por levar ao processo de eutrofização e conseqüente perda de biodiversidade ou por substâncias químicas. No caso de contaminação química, várias espécies-chave que desempenham importante papel no ecossistema podem ser perdidas comprometendo a qualidade de água destes ambientes.

Dessa forma, é imprescindível que as populações zooplanctônicas sejam monitoradas para assegurar sua biodiversidade e, conseqüentemente, sua contribuição na oferta de água com boa qualidade.

3.3.2 METODOLOGIA

Os pontos de amostragem estão relacionados no Quadro 2-1 e ilustrados na Figura 2-1. Para a coleta do zooplâncton foi utilizada uma rede planctônica, com 60 cm de abertura de boca e 40 μm de poro de malha. Foram filtrados 200 litros de água, quando as coletas foram realizadas na margem, e foram realizados arrastos verticais, quando as coletas foram realizadas na zona pelágica dos açudes, calculando-se então o volume filtrado segundo a profundidade amostrada. Além disso, foram realizados arrastos em várias direções para amostras qualitativas.

O material foi concentrado e fixado em campo com uma solução de formol aldeído a cerca de 4% para posterior análise em laboratório.

Em laboratório as amostras para as análises de protozoários, rotíferos e náuplios foram realizadas em um microscópio binocular, com o auxílio de uma câmara de contagem de Sedgewick-Rafter com capacidade de 1,0 mL, sendo realizadas várias sub-amostragens. Para as contagens de copepoditos, cladóceros e copépodos adultos foi utilizado um microscópio estereoscópico e câmara de acrílico quadriculada com capacidade de até 15 mL.

A identificação foi feita com a utilização de microscópio ótico e consulta da seguinte bibliografia: AHLSTROM, 1937; EDMONDSON, 1959; GREEN, 1972; HARDY, 1978; KOSTE, 1972; KOSTE, 1978; KOSTE e PAGGI, 1982; NOGRADY *et al.*, 1995; SEGGERS, 1998 e MOOR-LOUREIRO, 1997.

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') para todos os pontos de amostragem. Para tal, utilizou-se o programa estatístico do livro *Statistical Ecology* (LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Para o cálculo do Índice de Diversidade de Espécies foram considerados apenas os organismos encontrados nas amostras quantitativas e não os encontrados nas amostras qualitativas.

3.3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.3.1 COMPOSIÇÃO

A comunidade zooplanctônica registrada foi típica da Região Nordeste do país e apresentou grande heterogeneidade devido aos diferentes tipos de ambientes e compartimentos amostrados durante a campanha. Os resultados do levantamento dessa comunidade estão apresentados por estação de coleta, levando-se em conta os principais grupos zooplanctônicos, rotíferos, cladóceros e copépodos, além de alguns representantes de outros grupos presentes comumente nesse tipo de amostragem, como Ostracoda, Tecamoeba (protozoários), Chironomus e Oligochaeta. Os resultados se encontram no **Anexo E**.

P1 - Reservatório Sobradinho - BA (margem, próximo ao município de Casa Nova)

Nesse local foram registradas 29 espécies zooplanctônicas com expressiva presença dos principais grupos verdadeiramente planctônicos. A dominância foi do rotífero *Keratella cochlearis*. A densidade absoluta de organismos zooplanctônicos foi de 1.909,10 indivíduos por m³.

Copepoda – Três espécies de copépodos foram encontradas em razoável abundância nas amostras deste reservatório: o calanóida *Notodiaptomus cearensis* e os ciclopóidas *Thermocyclops crassus* e *T. minutus*, além de náuplios e copepoditos dessas espécies.

Cladocera – Cerca de seis espécies de cladóceros foram encontradas nessa estação, pertencentes aos gêneros *Bosmina*, *Bosminopsis*, *Ceriodaphnia*, *Moina* e *Diaphanosoma*.

Rotifera – Com o maior número de espécies e de indivíduos, o grupo dos rotíferos foi o dominante, representado principalmente pelas espécies *Keratella cochlearis*, *K. tropica* e *Brachionus calyciflorus*. Como consequência dessa presença significativa, foi registrado, nessa estação, o maior índice de Diversidade de Espécies (4,09), como pode ser observado no **Anexo E**.

P1' - Reservatório Sobradinho - BA (meio da barragem, entre as cidades de Sobradinho e Casa Nova)

A exemplo do que ocorreu na estação P1, nesse local também foram registradas 29 espécies zooplanctônicas. A estrutura da comunidade zooplanctônica observada foi bastante similar à observada em P1, o mesmo acontecendo com a abundância de organismos (1.077,60 indivíduos por m³) e o alto Índice de Diversidade de Espécies (3,68). A principal espécie dominante foi o rotífero *Lecane proiecta*, seguido por grande número de náuplios e copepoditos.

Copepoda – As duas espécies de copépodos encontradas nas amostras desse local foram o calanóida *Notodiaptomus cearensis* e o ciclopóida ainda não identificado, pertencente ao gênero *Thermocyclops*, além de grande número de náuplios e copepoditos dessas espécies.

Cladocera – Presença de cladóceros pertencentes aos gêneros *Bosmina*, *Moina* e *Diaphanosoma* com domínio nesse grupo da espécie *Bosminopsis deitersi*.

Rotifera – Como já mencionado, a espécie dominante foi *Lecane proiecta*, com 273 indivíduos por m³. Além disso, cerca de 22 espécies de rotíferos foram encontradas nas amostras quantitativas dessa estação.

P2 - Rio São Francisco (jusante a cidade de Orocó)

Esse local do rio São Francisco amostrado foi o que apresentou a mais baixa densidade de organismos zooplânctônicos (3,08 indivíduos por m³), riqueza de espécies (2) e índice de diversidade de espécie (1,00), como pode ser observado no **Anexo E**.

Copepoda – Representado por indivíduos da Ordem Harpacticoida, que se estabelece próximo ou junto ao sedimento. Não foi possível a identificação da espécie desse grupo encontrada nesta amostragem.

Cladocera – *Alona* e *Ilyocriptus* são os dois gêneros de cladóceros reportados nessa estação, típicos de regiões litorâneas de lagos e reservatórios. Foram encontrados em baixíssimas concentrações.

Rotifera – Foram encontrados apenas espécies típicas de regiões litorâneas, como as espécies *Dipleuchlanis propatula*, *Lecane curvicornis* e *Notomata* sp., como ocorrido com o grupo dos cladóceros.

P2'- Rio Brígida (montante da cidade de Orocó - PE)

O rio Brígida apresentou grande quantidade de detritos em suspensão, dificultando a análise da comunidade zooplânctônica, que se mostrou muito pobre nesse local de coleta. Foram registradas apenas 5 espécies e a densidade de 408,31 indivíduos por m³, na sua maioria representada por náuplios de ciclopóidas.

Copepoda – Representado pela espécie *Thermocyclops* sp., os náuplios e copepoditos desses organismos foram os mais abundantes nesta estação.

Cladocera – Ausentes nas amostras quantitativas e qualitativas.

Rotifera – Representados pelos gêneros *Polyarthra* e *Anuraeopsis*, presentes em baixa abundância.

P3 – Reservatório de Itaparica

Nesse reservatório a comunidade zooplânctônica foi dominada pelo grupo dos Ostracodas, que apresentaram abundância de 595,20 indivíduos por m³, ou seja, mais da metade da abundância total do zooplâncton que foi 921,60 indivíduos por m³. O Índice de Diversidade de Espécie foi 1,99 e 11 foram as espécies encontradas.

Copepoda – Encontradas apenas formas juvenis de calanóidas e ciclopóidas.

Cladocera – Representado em baixa abundância pelas espécies *Bosmina* sp., *Bosminopsis deitersi* e *Ceriodaphnia rigaudi*.

Rotifera – Presença das espécies *Filinia camasecla*, *Lecane stichaea*, *Lepadella* sp. e *Ploesoma truncatum* cf.

P4 - Açude Poço da Cruz (Ibimirim-PE)

Nesse local foram encontrados cerca de 604 indivíduos por m³ divididos em 9 espécies (Índice de Diversidade de Espécies = 2,32). Os organismos dominantes foram os copepoditos de ciclopóidas.

Copepoda – Presença apenas de formas juvenis de calanóidas e de ciclopóidas.

Cladocera – Única espécie presente na amostra, *Ceriodaphnia rigaudi* apresentou baixa abundância.

Rotifera – Registradas quatro espécies de rotíferos, sendo *Filinia opoliensis* a que apresentou maior abundância.

P5 - Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão - PB)

Nesse açude foram observadas apenas 6 espécies provavelmente pela presença de altos teores de material em suspensão na água. A densidade total foi de 481,88 indivíduos por m³ e o Índice de Diversidade de Espécies de 2,32.

Copepoda – Presença de formas juvenis de ciclopóidas e do calanóida *Notodiaptomus cearensis*, que apesar de presentes em abundância reduzida dominaram a amostra.

Cladocera – Encontradas as espécies *Ceriodaphnia cornuta*, *Diaphanosoma spinulosum* e *Moina* sp.

Rotifera – Apenas a espécie *Platyonus patulus patulus* esteve presente nas amostras desse local.

P7 - Açude Coremas (Coremas - PB)

A maior abundância absoluta de organismos zooplanctônicos da presente campanha foi registrada nesse local, com 19.555 indivíduos por m³ representados apenas por 6 espécies resultando em um baixo Índice de Diversidade de Espécie (1,75).

Copepoda - *Notodiaptomus cearensis* foi a única espécie de copépodos encontrada, perfazendo o total de 11.633 indivíduos adultos por m³. Trabalhos anteriores

afirmam que a presença de calanóidas indica baixo grau de trofia; este é um exemplo de absoluto domínio desses organismos em um ambiente claramente oligotrófico (item 2.2.1.3, subitem q), situação que pode ser corroborada pela análise do fitoplâncton. Além dos calanóidas, uma vez mais o grupo dos Ostracodas apresentou abundância significativa.

Cladocera – Expressiva presença de *Diaphanosoma spinulosum*, além do registro de *Ceriodaphnia rigaudi* e *Daphnia gessneri*.

Rotifera – Ausência total de rotíferos, tanto nas amostras quantitativas quanto nas qualitativas.

P7'- Rio Piancó (Diamante-PB)

A comunidade zooplanctônica analisada nesse local é tipicamente potamoplanctônica, com a quase ausência de microcrustáceos e presença de organismos psamófilos, como os rotíferos ticoplanctônicos pertencentes ao gênero *Lecane*, grupo que apresentou maior número de espécies. Como esperado, a densidade de organismo foi baixa (94,72 indivíduos por m³), mas o Índice de Diversidade de Espécies foi alto, com o registro de 3,22.

Copepoda – Ausentes.

Cladocera - Apenas a forma litorânea *Macrothrix* sp. foi reportada para esse local.

Rotifera – Várias espécies do gênero *Lecane* e espécies ticoplanctônicas como *Testudinella patina*, *Brachionus dolabratus*, *B. mirus*, *Notamata* sp. e *Platyonus patulus patulus*.

P8 - Rio dos Porcos (Milagres - CE)

O rio dos Porcos, por ser muito mais caudaloso do que o rio Piancó, apresentou maior densidade absoluta, com cerca de 850 indivíduos por m³ e apenas formas planctônicas em suas águas. No entanto, devido a maior homogeneidade, apresentou um número menor de espécies que resultou em valor menor do Índice de Diversidade de Espécies (2,72).

Copepoda - Somente as formas juvenis, copepoditos de ciclopóide e náuplios estiveram presentes, em densidades bastante reduzidas.

Cladocera – A espécie *Moina* sp. foi a única relatada para esse grupo.

Rotifera – Registrou-se a presença dos rotíferos verdadeiramente planctônicos pertencentes aos gêneros *Keratella* e *Polyarthra*.

P11 - Rio Salgado (Lavras - CE)

A estrutura da comunidade zooplanctônica desse rio foi bastante similar ao apresentado pelo anterior, rio dos Porcos, com a presença de vários organismos euplanctônicos, ou verdadeiramente planctônicos. A densidade populacional foi de 1.010,90 indivíduos por m³ e suas 12 espécies proporcionaram um Índice de Diversidade de Espécie de 2,52.

Copepoda – Representados por indivíduos adultos e formas larvais de *Thermocyclops* sp.

Cladocera – Apenas as espécies *Ceriodaphnia rigaudi* e *Moina* sp. estiveram presente e em baixas densidades.

Rotifera – Presentes espécies verdadeiramente planctônicas como representantes dos gêneros *Keratella*, *Asplanchna*, *Hexarthra*, *Filinia* e *Polyarthra*.

P12 - Açude Pau dos Ferros (Pau dos Ferros - RN)

Nesse local foi observado um alto Índice de Diversidade de Espécies (3,50) devido à presença de 18 espécies distribuídas em um total de 1.890 indivíduos por m³.

Copepoda – Os copépodes ciclopóides estiveram presentes apenas na forma de náuplios e copepoditos, ao passo que o calanóida *Notodiptomus cearensis* esteve presente nas formas juvenis e adulta.

Cladocera – Grupo dominado pelo gênero *Moina* e registrando a presença de *Diaphanosoma spinulosum* e *Ceriodaphnia rigaudi*.

Rotifera – Ocorrência de 9 espécies de rotíferos, com destaque para a espécie *Brachionus calyciflorus*, que apresentou a abundância de 638 indivíduos por m³.

P12'- Açude Pau dos Ferros a montante (RN), Foz do rio Vaca Morta.

Embora haja certa semelhança com a jusante, a montante do rio Açude Pau do Ferros apresentou perda de algumas espécies, principalmente de rotíferos, além de diminuição do número total de indivíduos (584,68 indivíduos por m³) e do Índice de Diversidade de Espécies (2,98).

Copepoda – Representado por indivíduos adultos e formas juvenis de *Thermocyclops minutus*, e pelo calanóida *Notodiptomus cearensis*, igualmente na forma adulta e juvenil.

Cladocera – Registradas as espécies *Ceriodaphnia cornuta* e *C. rigaudi*, além de *Diaphanosoma spinulosum*.

Rotifera – Poucos rotíferos presentes no local, representados pelas espécies planctônicas *Filinia opoliensis*, *F. terminalis* e *Keratella tropica*.

P13 - Rio Apodi (próximo a cidade de Itaú)

Registro de 15 espécies, na sua maioria de rotíferos, e Índice de Diversidade de Espécie de 3,24 para uma densidade absoluta de 1.037 indivíduos por m³.

Copepoda – Presença apenas de náuplios e copepoditos de calanóidas e ciclopóidas.

Cladocera – Apenas a espécie *Ceriodaphnia rigaudi* esteve presente e em baixas densidades.

Rotifera – O grupo mais abundante foi dominado pelas espécies *Keratella cochlearis* e *Brachionus calyciflorus*.

P14 - Rio Piranhas - PB (montante a cidade de Pombal)

Local de baixíssima representatividade da comunidade zooplanctônica. A densidade obtida foi de 50,6 indivíduos por m³, com o total de 5 espécies presentes na amostra, o que resultou no baixo Índice de Diversidade de Espécie de 1,60.

Copepoda – Ausente.

Cladocera – Apenas a espécie *Moina* sp. esteve presente e em baixas densidades.

Rotifera – Apenas a espécie *Polyarthra* sp. esteve presente e em baixas densidades.

P15 - Rio Piranhas - RN (montante a cidade de Jucurutu)

Foi registrado um alto número de espécies presentes (18) neste ponto, o que resultou em um Índice de Diversidade de Espécie igualmente alto (3,83). A densidade populacional foi de 875 indivíduos por m³.

Copepoda – Apenas formas juvenis de calanóidas e ciclopóidas foram encontradas em ambos os tipos de amostragens realizadas.

Cladocera – Registrados apenas poucos indivíduos pertencentes aos gêneros *Moina* e *Macrothrix*.

Rotifera – Os rotíferos foram o grupo mais bem representado, exibindo 10 espécies, sendo 4 delas pertencentes ao gênero *Brachionus*.

P16 - Açude Armando Ribeiro Gonçalves (próximo ao ponto de captação de água da cidade de São Rafael - RN)

As águas desse açude foram amplamente dominadas por formas adultas de calanóidas. A densidade populacional foi de 3.306 indivíduos por m³ e o Índice de Diversidade de Espécies foi 1,91 alcançado pela presença de 5 espécies.

Copepoda – Dominância de formas adultas dos calanóidas *Notodiaptomus iheringi* e *N. cearensis*, exibindo densidade maior que 2.000 indivíduos por m³.

Cladocera – Registrada apenas a presença de *Diaphanosoma spinulosum*.

Rotifera – A espécie *Dipleuchlanis propatula* foi a única a ser encontrada em ambos os tipos de amostragens realizadas.

P17 - Açude Orós (Orós - CE)

Foi registrada apenas a presença de microcrustáceos nas águas desse ponto. A densidade populacional foi de 4.263 indivíduos por m³. As cinco espécies presentes resultaram em um Índice de Diversidade de Espécies de 2,35.

Copepoda – Registrada a presença do ciclopóida *Thermocyclops* sp. e do calanóida *Notodiaptomus cearensis*.

Cladocera – Presente uma associação bastante comum nos açudes da região, que são as espécies *Ceriodaphnia rigaudi*, *Daphnia gessneri* e *Diaphanosoma spinulosum*.

Rotifera – Completamente ausente de todas as amostragens realizadas.

P18 - Rio Jaguaribe (Jaguaribe - CE)

Como esperado nesse tipo de ambiente, com elevado grau de poluição por coliformes, a densidade populacional foi bastante reduzida, com cerca de 30 indivíduos por m³, apesar do razoável número de espécies presentes (11) que garantiu um bom Índice de Diversidade de Espécies (3,08). Os organismos mais abundantes foram os protozoários (Tecamoeba) pertencentes aos gêneros *Arcella*, *Centropyxis* e *Diffflugia*.

Copepoda – Presentes apenas formas juvenis de calanóida.

Cladocera – Apenas a espécie *Bosminopsis deitersi* foi registrada nas amostras analisadas.

Rotifera – As espécies *Brachionus quadridentatus* e *Lecane proiecta* estiveram presentes em baixíssimas concentrações.

3.3.3.2 ÍNDICES DE DIVERSIDADE

Na comparação entre os Índices de Diversidade dos locais amostrados observa-se claramente que esses valores são regidos por variáveis particularizadas que refletem as condições locais das diversas estações amostradas. Dessa forma, observa-se que os locais de menores valores de diversidade são apresentados por locais que apresentam certo grau de eutrofização (reservatório Itaparica por exemplo) ou locais que apresentam grande quantidade de material em suspensão, como é o caso do Açude Boqueirão e de rios de pequeno porte. A exceção é o açude de Coremas, que possui baixa concentração de nutrientes na água mas uma alta abundância de cianobactérias (> 70%). Nesse local a diversidade do zooplâncton também foi baixa.

Dessa forma, comparando-se a campanha realizada no mês de junho de 2004, sob condições de precipitação, à campanha realizada em novembro de 1998, sob condições de seca, observa-se que os locais que apresentaram maiores valores do Índice de Diversidade de Espécies não coincidem necessariamente. São exceções ambientes como os reservatórios do São Francisco, que possuem maior poder de resiliência do que ambientes mais expostos às forças ecológicas.

Para exemplificarmos esta afirmação toma-se como exemplo o caso do rio Brígida que, no período de seca (novembro de 1998), apresentou o maior número de espécies (33 táxons registrados). Na campanha durante período de precipitação (junho de 2004), esse mesmo local apresentou apenas 5 táxons como resultado da grande concentração de material em suspensão que acaba por excluir grande parte da população zooplanctônica filtradora.

No Ponto 7, açude de Coremas - PB, observa-se o mais alto número de indivíduos encontrado em toda a campanha. No entanto, analisando-se a estrutura de sua comunidade observa-se que o Índice de Equitabilidade é comprometido devido à preponderância massiva do calanóida *Notodiptomus cearensis* nesse ambiente, resultando em baixos valores de diversidade de espécies.

Analisando-se a estrutura das comunidades zooplanctônicas dos diversos locais amostrados verifica-se grande diversidade de formas nas estações P1 e P1' localizadas do Rio São Francisco, que apresentam grande variedade dos principais grupos zooplanctônicos. O mesmo ocorre em rios onde rotíferos ticoplanctônicos, que podem estar presentes tanto no sedimento quanto na coluna de água, estão presentes em grande diversidade em locais turbulentos como ambientes lóticos ou ambientes lênticos com perfil térmico não estratificado.

A composição dos microscrustáceos, de um modo geral, não foi muito diversificada, pois foram registradas apenas duas espécies de ciclopóidas (*Thermocyclops minutus* e *T. crassus*), duas de calanóidas (*Notodiptomus*

cearensis e *N. iheringi*) além de 9 espécies de cladóceros. Nesse último grupo as espécies mais abundantes foram *Ceriodaphnia rigaudi*, *Moina* sp. e *Diaphanosoma spinulosum*.

Os rotíferos foram os organismos mais diversificados entre os grupos zooplanctônicos, apresentando mais de 50 espécies. Representantes dos gêneros *Brachionus* e *Lecane* estiveram presentes na maioria dos locais amostrados, enquanto que o gênero *Keratella* foi o mais representativo dentre os rotíferos. Todas as espécies desse grupo ocorrem em outras regiões do país, não sendo, portanto, detectada nenhuma espécie endêmica na presente análise.

3.3.4 CONCLUSÕES

Observou-se grande heterogeneidade da estrutura da comunidade zooplanctônica nos ambientes estudados. Os copépodos foram representados por 2 espécies de calanóidas (*Notodiaptomus cearensis* e *N. iheringi*) e duas de ciclopóidas (*Thermocyclops minutus* e *T. crassus*), e os cladóceros estiveram representados principalmente pelas espécies *Ceriodaphnia rigaudi*, *Moina* sp. e *Diaphanosoma spinulosum*. Os rotíferos apresentaram grande número de espécies, principalmente pertencentes aos gêneros *Brachionus*, *Keratella* e *Lecane*.

A composição de espécies do zooplâncton foi bastante típica da região nordeste do país, embora não tenha sido registrada a ocorrência de nenhuma espécie endêmica da região.

As maiores densidades de organismos zooplanctônicos foram registradas no açude de Coremas – PB, onde registrou-se 19.555 ind/m³. De um modo geral, como esperado, os açudes e reservatórios apresentaram maiores concentrações de organismos do que os rios menores. Na região litorânea do rio São Francisco e nos rios Piancó, Piranhas e Jaguaribe foram encontradas as menores densidades populacionais.

O maior valor do Índice de Diversidade zooplanctônica, a exemplo do que ocorreu na campanha realizada em 1998, foi encontrado no rio São Francisco (4,09), enquanto que o menor foi encontrado na Estação P2 localizada na margem do Rio São Francisco (1,00).

3.4 FAUNA BENTÔNICA

3.4.1 INTRODUÇÃO

Sistemas de avaliação de impactos ambientais, utilizando macroinvertebrados como bioindicadores, têm sido desenvolvidos para contribuir na averiguação do

grau de conformidade ou desvio em relação aos padrões ou normas predeterminadas de qualidade ambiental (RESH *et al.*, 1995; SHIMIZU, 1999). Tal abordagem tem sido amplamente utilizada em diferentes partes do mundo, sendo que, no Brasil, ela ainda é incipiente (MOULTON, 1998), embora já haja grande esforço de diferentes instituições para a implantação de programas rotineiros de monitoramento no país.

A estrutura da comunidade bentônica apresenta elevado potencial para avaliar e monitorar em rios, córregos, reservatórios e lagos eventuais situações de impacto, decorrentes de despejos orgânicos (METCALFE, 1989); metais pesados e práticas agrícolas, que aportam ao sistema, fertilizantes químicos e pesticidas (DANCE e HYNES, 1980; WINNER *et al.*, 1980); construção e manejo de hidroelétricas (GAZAGNES e LAVILLE, 1985; BRANDIMARTE, 1997) e termoelétricas (WELLBORN e Robinson, 1996); atividades de mineração (CALLISTO *et al.*, 1998) e retirada de água do corpo aquático para múltiplos fins (CASLELLA *et al.*, 1995).

Nesse contexto, o presente trabalho se integra a um amplo projeto de diagnóstico ambiental das bacias hidrográficas envolvidas diretamente no Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional e teve, por objetivo, inventariar a entomofauna e malacofauna aquáticas das bacias hidrográficas inseridas no Projeto, buscando discutir possíveis impactos do empreendimento.

3.4.2 METODOLOGIA

Os pontos de amostragem estão relacionados no Quadro 2-1 e ilustrados na Figura 2-1. Foram utilizadas três estratégias de coleta visando amostrar a maior variedade de habitats e coletar a maior diversidade de moluscos e insetos aquáticos.

Sedimento: em cada ponto de coleta foi retirada uma amostra de sedimento com auxílio de um coletor tipo van Veen (440 cm²). Optou-se por utilizar esse coletor por sua praticidade e eficiência em locais com profundidades e substratos similares aos encontrados nos ambientes aquáticos do semi-árido nordestino.

Varredura: em cada ponto foram coletadas amostras utilizando o método de varredura com o auxílio de um puçá por aproximadamente 5 minutos. As coletas foram realizadas nas margens dos ambientes aquáticos, tentando, quando possível, incluir amostras em macrófitas.

Coleta manual: Exúvias e conchas mortas foram coletadas manualmente a fim de complementar a coleta qualitativa.

O material coletado foi fixado em formol a 4%, acondicionado em sacos de plástico e transportado para o laboratório, onde foi lavado em água sobre peneira com malha de 0,21 mm. Os animais retidos na peneira foram separados sob microscópio estereoscópico, e fixados em álcool a 70%.

Os animais foram identificados sob microscópio estereoscópico, até o nível taxonômico mais baixo possível, com o auxílio de literatura especializada (BRINKHURST e MARCHESE, 1989; MCCAFFERTY, 1981; MERRITT e CUMMINS, 1996 PARAENSE, 1972; PENNAK, 1989; SIMONE, 2001; TRIVINHO-STRIXINO e STRIXINO, 1995, entre outros) e, no caso dos moluscos, da coleção malacológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

As exúvias foram montadas em lâminas permanentes e foi priorizada a identificação dos Chironomidae (Diptera), pois constitui um dos grupos mais freqüentes e abundantes em ambientes aquáticos e devido ao seu potencial de utilização em trabalhos de avaliações e monitoramento ambiental.

O material entomológico foi depositado na coleção Entomológica do Laboratório de Entomologia Aquática da Universidade Federal de São Carlos, enquanto que o material malacológico foi depositado na coleção malacológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, visando elaborar coleções de referência da região que possam subsidiar novos estudos.

Complementarmente, o material orgânico particulado grosseiro (MOPG) separado após a triagem dos organismos, foi seco em estufa a 60 °C, para posterior determinação e pesagem e determinação de gMOPG/m².

3.4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS LOCAIS DE COLETA

Foram definidos 15 pontos de coleta, distribuídos em diferentes bacias hidrográficas envolvidas no Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (Quadros 3-1 e 3-2). Em cada bacia foram coletadas amostras em ambientes lóticos e lênticos, totalizando 5 em ambientes lênticos e 10 em lóticos. No presente trabalho foi usada a classificação por regiões hidrográficas do semi-árido nordestino adotada por ROSA et al. (2003) e PROBIO (2000).

As estações de coleta foram caracterizadas em campo seguindo um protocolo rápido de caracterização ambiental, envolvendo aspectos estruturais de habitat. Nos Quadros 3-1 e 3-2 estão apresentadas as descrições gerais das estações de coleta dos ambientes lóticos e lênticos, respectivamente.

QUADRO 3-1 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PONTOS DE COLETA EM AMBIENTES LÓTICOS.

Código do ponto	Características gerais do ponto amostrado
P2	Substrato predominante: arenoso Macrófitas: <i>E. azurea</i> , <i>Egeria</i> sp., <i>Salvinia auriculata</i> , <i>Ricciocarpus natans</i>
P2'	Substrato predominante: arenoso Macrófitas: <i>Ceratophyllum</i>
P7'	Substrato predominante: arenoso Macrófitas ausentes
P8	Substrato predominante: arenoso Macrófitas ausentes
P11	Substrato predominante: arenoso Fontes poluidoras pontuais Macrófitas ausentes
P12'	Substrato predominante: arenoso Macrófitas: <i>Nymphaea</i> sp., <i>Egeria densas</i> , Lírio de Brejo
P13	Substrato predominante: arenoso Macrófitas ausentes
P14	Substrato predominante: arenoso Macrófitas: <i>Nymphaea</i> sp. (poucos indivíduos)
P15	Substrato predominante: arenoso Macrófitas ausentes
P18	Substrato predominante: arenoso Macrófitas ausentes

QUADRO 3-2 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PONTOS DE COLETA EM AMBIENTES LÊNTICOS.

Código dos pontos	Características gerais do ponto amostrado
P1	Substrato predominante: arenoso Macrófitas ausentes
P3	Substrato predominante: arenoso Macrófitas ausentes
P4	Substrato predominante: arenoso Macrófitas: <i>E. crassipes</i> , <i>Ninpheea</i> sp. <i>Egeria densa</i> e <i>Chara</i> sp.
P5	Substrato predominante: arenoso Macrófitas: <i>E. crassipes</i> , <i>Ninpheea</i> sp., <i>Egeria densa</i> e <i>Chara</i> sp.
P7	Substrato predominante: arenoso Macrófitas: <i>E. Crassipes</i> Obs: Açude com floração algal (<i>Microcystis</i>)

3.4.3.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SUBSTRATO

Nos Quadros 3-3 e 3-4 estão descritas as características gerais dos sedimentos dos pontos de coleta avaliadas antes da lavagem do material coletado. Em geral o substrato dos pontos de coleta é arenoso, com as texturas mais grosseiras (como cascalho e areia grossa) nos sistemas lóticos e as texturas mais finas (argila e silte) nos sistemas lênticos.

QUADRO 3-3 – CARACTERÍSTICAS TEXTURAIS DOS SEDIMENTOS PREDOMINANTES DOS PONTOS DE COLETA EM AMBIENTES LÓTICOS.

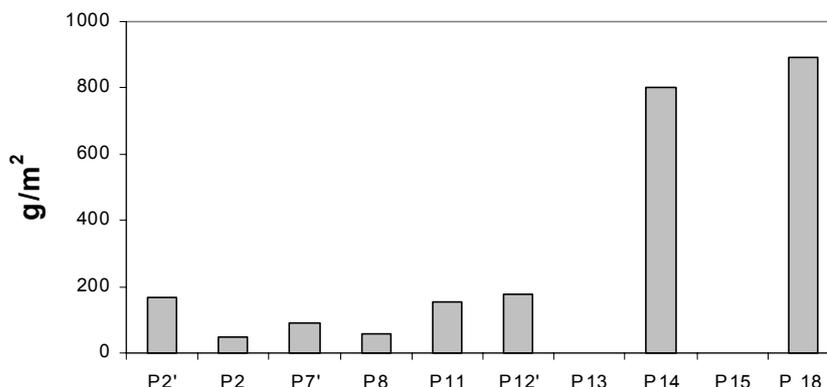
Código dos Pontos	Características texturais dos sedimentos predominantes
P2	Areia muito grossa
P2'	Areia muito grossa
P7'	Areia muito grossa, cascalhos e argila
P8	Areia fina e silte, poucos pedregulhos
P11	Areia fina e silte (barroso)
P12'	Areia fina e silte (barroso)
P13	Cascalho médio e areia grossa
P14	Areia fina e argila
P15	Areia fina
P18	Argila e areia grossa (sedimento escuro)

QUADRO 3-4 – CARACTERÍSTICAS TEXTURAIS DOS SEDIMENTOS PREDOMINANTES DOS PONTOS DE COLETA EM AMBIENTES LÊNTICOS

Código dos Pontos	Características texturais dos sedimentos predominantes
P1	Areia fina e seixos
P3	Areia grossa
P4	Areia média e silte
P5	Areia grossa
P7	Areia grossa

Na Figura 3-4 estão representados os valores de matéria orgânica particulada grosseira (MOPG). De modo geral, os pontos de coleta apresentaram teores de MOPG em torno de 200 g/m². Essa variável é importante para se estimar o conteúdo de matéria orgânica grosseira que está disponível como substrato de colonização e fonte de recursos alimentares dos macroinvertebrados.

MOPG ambientes lóticos



MOPG Ambientes lênticos

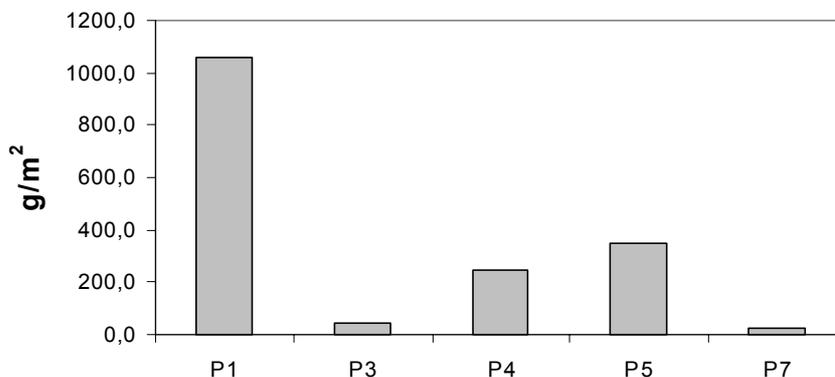


FIGURA 3-4 – MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA GROSSEIRA (MOPG), EM G/M² DOS PONTOS DE COLETA ESTUDADOS NOS AMBIENTES LÓTICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS RELACIONADAS AO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO.

3.4.3.3 COMPOSIÇÃO DA FAUNA BENTÔNICA

a) Entomofauna

No total foram coletados 2.506 indivíduos e identificados 44 táxons de insetos aquáticos, sendo 753 indivíduos de 30 táxons referentes às coletas nos ambientes lênticos e 1.753 pertencentes a 36 táxons referentes às coletas nos ambientes lóticos (Quadros 3-5 e 3-6).

QUADRO 3-5 – DENSIDADE DE INSETOS AQUÁTICOS (IND/M²) AMOSTRADOS EM AMBIENTES LÓTICOS. OS VALORES DENTRO DOS PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO ABSOLUTO DE INDIVÍDUOS COLETADOS USANDO O MÉTODO DE VARREDURA ENQUANTO QUE OS SEM PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO DE INDIVÍDUOS COLETADOS NO SEDIMENTO COM AUXILIO DE UMA DRAGA TIPO VAN-VEEN.

Táxons	Pontos de Coleta									
	P2'	P2	P7'	P8	P11	P12'	P13	P14	P15	P 18
Odonata										
Coenagrionidae						386,4				
Libellulidae			22,7					22,7		
Gomphidae	272,7 (7)	22,7	22,7		113,6	340,9	250,0	659,1		
Hemiptera										
Belostomatidae						340,9		45,5		
Corixidae					22,7	22,7	90,9			
Gerridae						22,7				
Coleoptera										
Elmidae		22,7					22,7			
Hydrophilidae (adulto)			409,1							
Hydrophilidae (larva)			22,7							
Dytiscidae						22,7				
Ephemeroptera										
Caenidae	22,7									
Baetidae			22,7							
Leptophlebiidae		454,5								
Polymitarcyidae	1636,4	(13)					159,1		22,7	
Diptera										
Chironomidae										
Tanypodinae										
<i>Ablabesmyia</i>			22,7							
<i>Coelotanypus</i>						45,5		45,5		
<i>Labrundinea</i>		22,7								

Táxons	Pontos de Coleta									
	P2'	P2	P7'	P8	P11	P12'	P13	P14	P15	P 18
<i>Larsia</i>			90,9						45,5	
Chironominae										
<i>Aedokritus 1</i>	977,3			22,7		7181,8			1022,7	
<i>Aedokritus 2</i>	22,7									
<i>Apedilum</i>			45,5							
<i>Caladomyia</i>			22,7						5136,4	(1)
<i>Cryptochironomus</i>								22,7		
<i>Dicrotendipes</i>		22,7								
<i>Fissimentum</i>			45,5				2340,9		227,3	22,7
<i>Goeldichironomus</i>)			0,0			22,7(6)	22,7			
<i>Parachironomus</i>			45,5			159,1				
Aff. <i>Paratendipes</i>			90,9							
<i>Polypedilum</i>	113,6		522,7				45,5	136,4	227,3	90,9
<i>Polypedilum</i> (<i>Asheum</i>)			90,9							
Tanytarsini 1 (3)			90,9			90,9	3886,4		68,2	68,2
Tanytarsini 2									295,5	
Ceratopogonidae (1)	136,4		8931,8		22,7	22,7	90,9	22,7		
Chaoboridae					22,7					
Culicidae					0,0	931,8				
Ephydriidae			22,7							
Abundância Total (ind.m²)	3181,8	545,45	10522,73	22,727	181,82	9590,9	6909,1	954,55	7045,5	181,82
Riqueza Total	7	5	17	1	4	13	9	7	8	3
Diversidade de táxons (Famílias de insetos)	1,6	0,9	0,8	0	1,5	1,2	0,6	1,3	0	0

QUADRO 3-6 – DENSIDADE DE INSETOS AQUÁTICOS (IND.M²) AMOSTRADOS EM AMBIENTES LÊNTICOS. OS VALORES DENTRO DOS PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO ABSOLUTO DE INDIVÍDUOS COLETADOS USANDO O MÉTODO DE VARREDURA ENQUANTO QUE OS SEM PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO DE INDIVÍDUOS COLETADOS NO SEDIMENTO COM AUXILIO DE UMA DRAGA TIPO VAN VEEN.

Táxons	Pontos de Coleta				
	P1	P3	P4	P5	P7
Trichoptera					
Leptoceridae	22,7				
Polycentropodidae	250,0	22,7			
Odonata					
Coenagrionidae	22,7				
Libellulidae	22,7		22,7		
Gomphidae		45,5			
Hemiptera					
Belostomatidae	22,7				
Corixidae	22,7			318,2	
Coleoptera					
Gyrinidae	22,7				
Hydrophilidae (adulto)				22,7	
Hydrophilidae 2 (larva)				22,7	
Ephemeroptera					
Leptophlebiidae	136,4				
Polymitarcyidae				22,7	
Diptera					
Chironomidae					
Tanytopodinae					
<i>Ablabesmyia</i>		22,7			
<i>Coelotanypus</i>		22,7		363,6	
<i>Djalmabatista</i>		22,7			
Chironominae					
<i>Aedokritus 1</i>					181,8
Aff. <i>Paratendipes</i>	22,7			22,7	
Complexo <i>Harnischia 1</i>	22,7				
Complexo <i>Harnischia 2</i>	22,7				
<i>Cryptochironomus</i>		22,7			
<i>Dicrotendipes:</i>	1068,2 (3)	1522,7	(1)	68,2	
<i>Fissimentum</i>		22,7		22,7	45,5
<i>Goeldichironomus</i>	340,9	(29)	909,1	(3)	4181,8
<i>Parachironomus</i>	22,7				
<i>Polypedilum</i>			22,7	500,0	90,9
<i>Polypedilum (Asheum)</i>	181,8	(3)			500,0
Tanytarsini 1	68,2	(1)	45,5	4727,3	45,5
Orthocladiinae					
<i>Cricotopus</i>				45,5	
Ceratopogonidae		22,7			
Culicidae	22,7				
Riqueza Total	17,0	9,0	4,0	11,0	6,0
Abundância Total	2295,5	1727,3	1000,0	6136,4	5045,5
Diversidade de táxons (famílias de insetos)	1,4	0,4	0,2	0,4	0,0

Na maioria dos pontos houve predomínio de Chironomidae (Diptera) (Quadros 3-5 e 3-6). No geral, os táxons que foram mais freqüentemente coletados neste estudo são comuns em ambientes caracterizados por substratos arenosos, como, por exemplo, Gomphidae, *Aedokritus* e Ceratopogonidae, e ambientes intermitentes, como o gênero *Fissimentum*.

A maioria dos táxons identificados já tinha sido reportada nos ambientes aquáticos do semi-árido nordestino por diversos autores. Vale ressaltar que uma das pupas de *Tanytarsini* (Chironomidae) encontrada nas coletas de exúvias, provavelmente represente uma espécie ainda não descrita.

Na Figura 3-5 estão representados os dados de diversidade de táxons (famílias de insetos) e de densidade total por estação (ind./m²). Nos ambientes lóticos, observa-se que o maior índice de diversidade de táxons foi encontrado nas estações P2', P11 e P14. As maiores abundâncias totais nos pontos P7 e P12'. Nos sistemas lênticos, a maior diversidade foi encontrada no ponto P1, e as maiores abundâncias nos pontos P5 e P7.

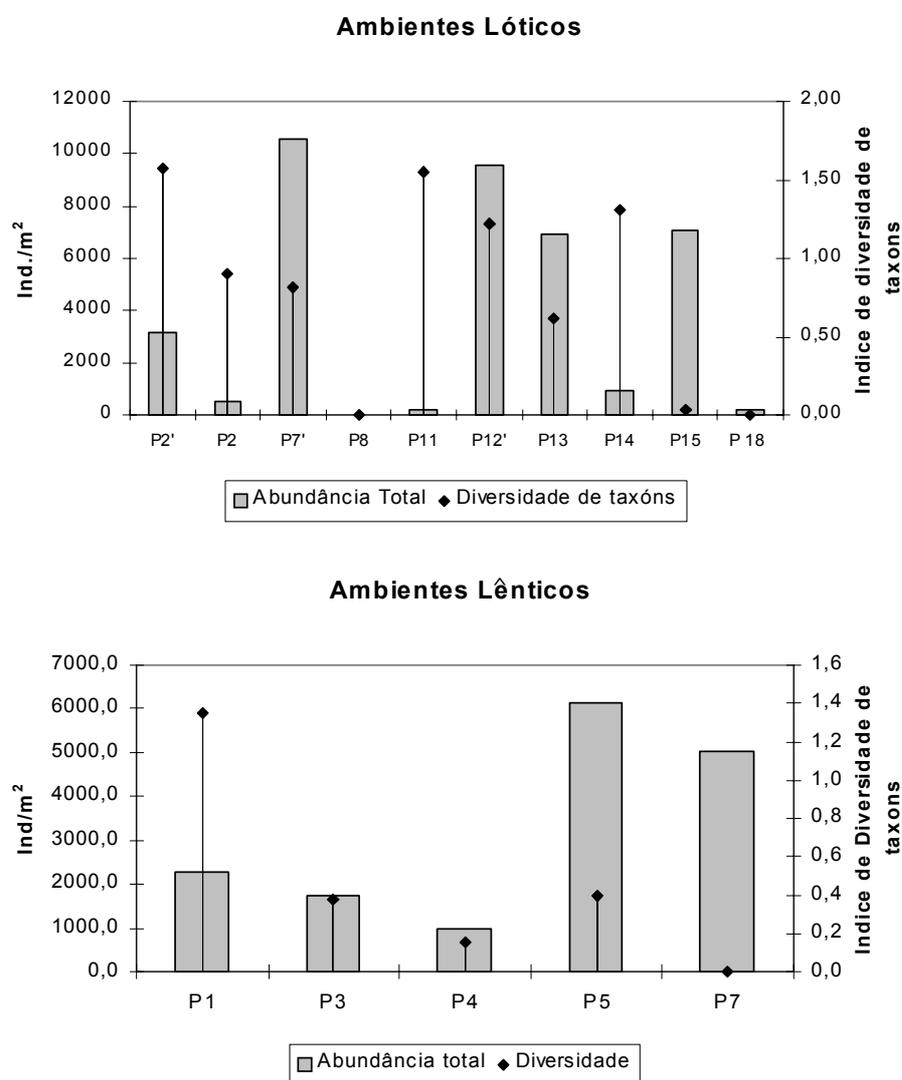


FIGURA 3-5 – DIVERSIDADE DE TÁXONS (FAMÍLIA DE INSETOS) E ABUNDANCIA TOTAL (IND./M²) NOS PONTOS DE COLETA DOS SISTEMAS LÓTICOS E LÊNTICOS.

Ressalta-se que esses dados têm caráter apenas comparativo, e não têm por finalidade quantificar a biodiversidade das bacias de coleta. Contudo, essa análise é importante como forma de sintetizar as características das comunidades dos ambientes estudados.

b) Malacofauna

A malacofauna da área de estudo se mostrou bastante pobre quanto ao número de espécies, tendo sido coletadas apenas 10 espécies, listadas a seguir. O Quadro 3-7 mostra a distribuição e número de espécimes coletados.

Classe Gastropoda
Família Ampulariidae
Pomacea canaliculata
Pomacea glauca
Família Thiaridae
Aylacostoma sp.
Melanoide tuberculata
Família Planorbidae
Biomphalaria straminea
Classe Bivalvia
Família Hyriidae
Diplodon sp.
Família Mycetopodidae
Anodontites trapesialis
Família Pisidiidae
Eupera bahiensis
Eupera sp.
Família Corbiculidae
Corbicula fluminea

De um modo geral os animais coletados eram jovens, indicando que as populações estavam ainda em estágio de recrutamento. Isso ficou mais evidente nos táxons e amostras onde o número de indivíduos foi maior (e.g. amostras de *Corbicula fluminea* e *Melanoide tuberculata* em P2' e *Biomphalaria straminea* em P1).

Dentre as espécies coletadas, *M. tuberculata* foi a mais comum e abundante, estando presente em 12 pontos, seguida de *B. straminea*, presente em 6 pontos, e *P. canaliculata*.

QUADRO 3-7 – MOLUSCOS COLETADOS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM E NÚMERO DE INDIVÍDUOS COLETADOS.

Táxons	Pontos de Coleta																	
	P1	P2	P2'	P3	P4	P5	P6	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P18
<i>Pomacea canaliculata</i>					6	8			5				10		2			
<i>Pomacea glauca</i>				3														
<i>Aylacostoma</i> sp.			2	3														
<i>Melanoides tuberculata</i>		1	28	6				4	35	2	33	8	9	4	11	14		26
<i>Biomphalaria straminea</i>	27					4		5	7			23						8
<i>Anodontites trapesialis</i>															1			
<i>Diplodon</i> sp.		1																
<i>Eupera bahiensis</i>											1							1
<i>Eupera</i> sp.			1															
<i>Corbicula fluminea</i>			43															

3.4.4 DEMAIS GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS

Foram encontrados outros grupos de macroinvertebrados, que estão listados com suas respectivas densidades (Quadros 3-8 e 3-9).

QUADRO 3-8 – ORGANISMOS AQUÁTICOS AMOSTRADOS EM AMBIENTES LÓTICOS. OS VALORES DENTRO DOS PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO ABSOLUTO DE INDIVÍDUOS COLETADOS USANDO O MÉTODO DE VARREDURA, ENQUANTO QUE OS SEM PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO DE INDIVÍDUOS COLETADOS NO SEDIMENTO COM AUXÍLIO DE UMA DRAGA TIPO VAN VEEN.

*** = MUITO JOVENS X = PRESENTES NA AMOSTRA**

Táxons	P2'	P2	P7'	P8	P11	P12'	P13	P14	P15	P 18
Crustacea										
<i>Macrobranchium amazonicum</i>		X	3			X		X	2	
Arthropoda										
Hydracarina						2				
Oligochaeta										
Tubificidae					6		1	4		4
<i>Pristinella*</i>		(1)								
Naididae							(2)			
Pristina			6				5	1		1
Hirudinea		(2)								

QUADRO 3-9 – ORGANISMOS AQUÁTICOS AMOSTRADOS NOS DIFERENTES PONTOS DE COLETA ESTUDADOS NOS AMBIENTES LÊNTICOS. OS VALORES DENTRO DOS PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO ABSOLUTO DE INDIVÍDUOS COLETADOS USANDO O MÉTODO DE VARREDURA ENQUANTO QUE OS SEM PARÊNTESES REPRESENTAM O NÚMERO DE INDIVÍDUOS COLETADOS NO SEDIMENTO COM AUXÍLIO DE UMA DRAGA TIPO VANVEEN. * = MUITO JOVENS X = PRESENTES NA AMOSTRA.

Táxons	P1	P3	P4	P5	P7
Gastropoda	X	X		X	
Crustacea					
<i>Macrobranchium</i>					X
Oligochaeta					
Tubificidae	4 (6)	2			9
Naididae					
<i>Pristinella*</i>		3			
<i>Pristina</i>					6
Hirudinea	(4)		6	11	7

3.4.5 DISCUSSÃO

A hipótese de que os ambientes aquáticos do semi-árido brasileiro são pobres em espécies e que, devido ao clima árido dominante e a presença de rios temporários, é esperada uma biota aquática dominada por espécies generalistas e amplamente distribuída, não foi corroborada por recentes publicações sobre a diversidade de

peixes da região (ROSA *et al.*, 2003). Em relação à entomofauna com base nas escassas informações existentes, parece que grupos como Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera e Chironomidae não apresentam riqueza de espécies muito elevada quando comparada com outras regiões como Mata Atlântica e Amazônia. Entretanto, Coleoptera parece ser um grupo bastante rico em espécies (SILVA-FILHO, 2003).

Em relação ao uso dos insetos aquáticos como indicadores de impactos antrópicos, nesse estudo não foram observados pontos com a dominância de fauna comumente encontrada em ambientes altamente impactados por enriquecimento orgânico (ex. com elevado número de *Chironomus* e Tubificidae). Entretanto, alguns estudos realizados recentemente na Bacia do Rio São Francisco (Agropólo de Petrolina, Juazeiro), pelo Projeto Ecoágua, têm apontado para o comprometimento da água em alguns trechos do rio frente ao despejo de efluentes de atividades agroindustriais, como curtumes. No caso de outras fontes de impacto comuns na região, como desmatamento e atividades agrícolas, ainda não se tem informação consistente publicada sobre a fauna da região para se inferir sobre o uso de insetos aquáticos como indicadores.

Quanto à malacofauna, são citadas na literatura, para região, 60 táxons (**Anexo F**). No entanto, muito provavelmente, essa riqueza não corresponde à real diversidade malacológica da área. Muitos desses táxons são conhecidos apenas pelo trabalho original de descrição, e muitos deles deverão, portanto, cair em sinonímia. Por outro lado, existem famílias e gêneros que são muito mal conhecidos, especialmente aqueles que possuem espécies de tamanho reduzido, como os Hydrobiidae e Pomatiopsidae. Portanto, sua diversidade deve ser maior.

A pobreza de táxons verificada nessa coleta pode ter sido, em parte, decorrente das fortes chuvas que vinham ocorrendo, desde o início de 2004, na região. Após fortes enxurradas é esperado um empobrecimento da fauna local. Outro indício do efeito da cheia pôde ser verificado na estrutura das populações que apresentavam um grande número de indivíduos jovens.

Uma das questões chave na avaliação dos riscos do presente projeto é se existem diferenças na estrutura e função da fauna e endemismos nas diferentes bacias hidrográficas. Considerando apenas a fauna de Chironomidae, os dados deste projeto, juntamente com dados secundários indicam que, no nível genérico, os táxons apresentam ampla distribuição, sendo que a maioria foi reportada em todas as bacias hidrográficas estudadas. Particularmente, *Aedokritus*, *Polypedilum*, *Fissimentum* e *Dicrotendipes* parecem ser grupos freqüentes em ambientes aquáticos do semi-árido. Por outro lado, vale ressaltar que, no nível específico, o assunto carece totalmente de informações.

4. BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A.N. 1957. Significado geomorfológico da rede hidrográfica do Nordeste oriental brasileiro. *Bol. Geogr.* 15: 459-464.

ABÍLIO, F.J.P. 2002. *Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associados a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido Paraibano, Nordeste do Brasil*. Tese de doutorado, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos. 179p.

AHLSTROM, E.R., 1937. Plankton Rotatoria from North-East Brazil. *Annaes da Academia Brasileira de Ciencias IX*, 4: 29-45.

Allan, J. D. 1997. *Stream Ecology- structure and function of running waters*. Chapman & Hall. 338p.

APHA/AWWA. 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20. ed. Baltimore.

ARAR, E.J. 1997. *Determination of Chlorophyll a, b, c1 and c2, and Pheophytin a in marine and freshwater phytoplankton by spectrophotometry. EPA metod 446.0*. EPA.

Boulton, A.J. 2003. Parallels and contrasts in the effects of drought on stream macroinvertebrate assemblages. *Fres. Biol.* 48: 1173-1185.

BRANCO, S.M. 1983. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. CETESB/ASCETESB.

Brandimarte, A.L. 1997. *Impactos Limnológicos da construção do reservatório de aproveitamento múltiplo do Rio Mogi-Guaçu (SP, Brasil)*. Tese Instituto de biociências da Universidade de São Paulo. 97p.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. 2003. *Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu*. Ed. Rima. São Carlos. 278p.

CALIJURI, M.C. & DOS SANTOS, A.C.A. 1996. Short-term changes in the Barra Bonita reservoir (São Paulo, Brazil): emphasis on the phytoplankton communities. *Hidrobiologia*. v. 330, p: 163-175.

CALLISTO, M; ESTEVE, F.A.; GONÇALVES JR., J.F. & FONSECA, J.J.L. 1998. Benthic macroinvertebrates as indicators of ecological fragility of small rivers (igarapés) in a bauxite mining região of Brazilian Amazonian. *Amazoniana XV*: 1-9.

CASLELLA, E.; MICKERTON, M.; ARMITAGE, P.D.; PETTS, G.E. 1995. The effects of water abstraction on invertebrate communities in U.K. streams. *Hydrobiologia* 308: 167-182.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. 1999. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences: monitoring and management*. London: E&F Spon. 416 p.

CONAMA, 1986. *Resolução CONAMA no 001/86 de 23 de setembro de 1986. Estabelece definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente*. In: CETESB, 1995. *Legislação Ambiental*. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

DANCE, K. W. & H. B. N. HYNES, 1980, Some effects of agricultural land use on stream insects communities. *Environ. Poll. Ser. A* 22: 19 – 28.

DINIZ, C.R. 1995. *Aspectos sanitários de corpos lênticos temporários para consumo humano*. Dissertação de mestrado, UFPB, Campina Grande –PB, 143p.

DOS SANTOS, A.C.A., CALIJURI, M.C., MORAES, E.M.; ADORNO, M.A.T.; FALCO, P.B.; CARVALHO, D.P.; DEBERDT, G.L.B.; BENASSI, S.F. 2003. Comparison of three methods for Chlorophyll determination: Spectrophotometry and Fluorimetry in samples containing pigment mixtures and spectrophotometry in samples with separate pigments through High Performance Liquid Chromatography. *Acta Limno. Bras.*

EDMONDSON, W.T., 1959. *Fresh-water Biology*, 2nd ed. Wiley, New York. 1248 pp.

EDWARDS, A. M. C. & LISS, P. S. 1973. Evidence for buffering of dissolved silicon in fresh waters. *Nature*. p.243-341.

EL MOOR-LOUREIRO, L.M.A., 1997. *Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil*. Editora Universa – UCB. 154 pp.

ELSER, J.J., ELSER, M.M., MACKAY, N.A. & CARPENTER, S.R., 1988. Zooplankton-mediated transitions between *N*- and *P*-limited algal growth. *Limnol. Oceanogr.*, 33(1): 1-14.

FALCONER, I.R. 1999. An Overview of problems caused by toxic blue-green algae (cyanobacteria) in drinking and recreational water. *Environ. Toxicol.*, 14(1):5-12.

FLÖDER, S.; URABE, J. & KAWABATA, Z. 2002. The influence of fluctuating light intensities on species composition and diversity of natural phytoplankton communities. *Oecologia*. v. 133, p: 395-401.

GALLAGHER, T. P. & SPINO, D. F. 1968. The significance of numbers of coliform bacteria as a indicator of enteric pathogenes, *Waters research*. 2:169-175.

GANF, G.G. 1974. Diurnal mixing and the vertical distribution of phytoplankton in a shallow equatorial lake (Lake George, Uganda). *J. Ecol.* v.62. p.611-629.

GAZAGNES, G. & H. LAVILLE, 1985, Étude faunistique des Chironomides (Diptera) de la Haute Neste d'Aure (Pyrénées Centrales): impact des aménagements hydroélectriques. *Ann. Limnol.* 21(2): 149 -159.

GREEN, J., 1972. Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil III. Associations of Rotifera in meander lakes of the Rio Suiá Missú. *J. Nat. Hist.*, 6: 229-241.

HARDY, E.R., 1978. *Composição do zooplâncton em cinco lagos da Amazônia Central*. Universidade Federal de São Carlos, Dissertação de Mestrado, São Carlos, 149p.

HAVENS, K.E.; PHILIPS, E.J.; CICHRA, M.F. & LI, B. 1998. Light availability as a possible regulator of cyanobacteria species composition in a shallow subtropical lake. *Fresh. Biol.* v. 39, p: 547-556.

HOENE, F. C. 1948. *Plantas aquáticas*. Instituto de Botânica-SP. Secretaria da Agricultura de São Paulo. 168p.

JEFF J. HUDSON, WILLIAM D. TAYLOR & DAVID W. SCHINDLER, 1999. Planktonic nutrient regeneration and cycling efficiency in temperate lakes. *Nature*, 400:659-561

KOSTE, W. & JOSE DE PAGGI, S., 1982. Rotifera of the Superorder Monogononta recorded from Neotropis. *Gew.Abw.* 68/69: 71-102.

KOSTE, W., 1972. Rotatorien aus Gewässern Amazoniens. *Amazoniana*, 3/4: 258-505.

KOSTE, W., 1978. *Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas*. Bestimmungswerk begründet von Max Voit., Uberordnung Monogononta, vol.1-2, 673 p + 234 pl.

LEAL, I.R., TABARELLI, M, SILVA, J.M.C., 2003. *Ecologia e conservação da caatinga*. Editora universitária UFPE, Recife. 822p.

MALTCHICK, L. 1996. Nossos rios temporários, desconhecidos, mas essenciais. *Ciência Hoje* 21(122): 64-65.

MARGALEF, R., 1983. *Limnologia*. Edições Omega S/A, Barcelona, 1010p.

MCCAFFERTY, W. P., 1981, *Aquatic Entomology; the fishermen's and ecologist's. Illustred guide to insects and their relatives*. Jones & Bartlett Publ., Inc. Boston, 448p.

MERRITT, R. W. & K. W. CUMMINS, 1996, *An introduction to aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Publ. Co. 826p.

METCALFE, J. L., 1989, Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europa. *Environ. Poll.* 60: 101 – 139.

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

MOULTON, T.P. 1998. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. P. 281-298. In: NESSIMIAN, J.I.; CARVALHO, A.J. (eds). *Ecologia de Insetos Aquáticos. Series Oecologia Brasiliensis*. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro Brasil.

MULLER, A.C. 1996. *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. Makron Books. São Paulo. 412p.

NOGRADY, T., POURRIOT, R. & SEGGERS. H., 1995. *Rotifera. Vol 3: The Notommatidae and The Scaridiidae. Guides to the identification of the Microinvertebrates of the continental waters of the world*. Ed. H. Dumont. SPA Academic Publishing. 248 pp.

PAIVA, M.F., ASFORA, M.C., CIRILO, J.A. 2000. Os Usos Múltiplos na Bacia do São Francisco e os Instrumentos de Gestão. *Anais do V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Natal-RN*, 15p.

PARAENSE, W.L., 1972. Fauna planorbídica do Brasil, pp. 213-239. *IN* Lacaz, C.S.; Baruzzi, R.G. & Siqueira Jr., S. *Introdução à Geografia Médica do Brasil*. Edgard Blucher & USP. São Paulo, 568 pp.

PEJLER, B., 1983. Zooplanktic indicators of trophy and their food. *Hydrobiologia*, 101: 111-114.

PENNAK, R. W., 1989, *Fresh-water invertebrates of the United States. Protozoa to Mollusca*. John Wiley & Sons, Inc. New York, 628p.

POTT, V. J. & POTT, A. 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. EMBRAPA. Brasília. 404p.

PROBIO, 2000. *Seminário sobre Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do Bioma Caatinga*. Http: // www.biodiversistas.org.caatinga.

REBOUÇAS, A.C. 1996. A transposição do Rio São Francisco sob o prisma do desenvolvimento sustentável. *Anais da 4 Reunião Especial da SBPC*: 79-89.

RESH, V.H.; NORRIS, R.H.; BARBOUR, M.T. 1995. Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Austral. J. Ecol.*, 20: 108-121.

REYNOLDS, C.S. 1984. *The ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge Univ. Press. 380p.

REYNOLDS, C.S., HUSZAR, V; KRUK, C; NASELLI-FLORES, L. & MELO, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plank. Res.* v. 24, n. 5, p: 417-428.

ROSA, R.S., MENEZES, N.A., BRITSKI, H.A., COSTA, W.J.E.M. & GROTH, F. 2003. Pp: 135-180. In: Leal, I.R., Tabarelli, M, Silva, J.M.C. *Ecologia e conservação da caatinga*. Editora universitária UFPE, Recife. 822p.

ROSA, R.S., MENEZES, N.A., BRITSKI, H.A., COSTA, W.J.E.M. & GROTH, F. 2003. *Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga*. Pp: 135-180. In: LEAL, I.R., TABARELLI, M, SILVA, J.M.C. *Ecologia e conservação da caatinga*. Editora universitária UFPE, Recife. 822p.

ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. 1993. *Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. In: Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. (eds.) *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York, Chapman & Hakk, p. 1-9.

SEGGERS. H., 1998. *Rotifera. Vol 8: The Lecanidae. Guides to the identification of the Microinvertebrates of the continental waters of the world*. Ed. H. Dumont. SPA Academic Publishing. pp.

SIMONE, L.R.L., 2001. Phylogenetic analyses of Cerithioidea (Mollusca, Caenogastropoda) based on comparative morphology. *Arquivos de Zoologia* 36(2): 147-263.

SHIMIZU, G.S. 1999. *Construindo a ponte entre as bases biológicas e o biomonitoramento através de macroinvertebrados bentônicos*. Resumo. Seminário internacional sobre Biomonitoramento e Avaliações da Qualidade da Água de Rios. Projeto FEEMA/GTZ. Rio de Janeiro.

SLÀDECEK, V., 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 7: 1-208.

BRINKHURST, R. O. & M. R. MARCHESE, 1989. *Guia de la identificación de Oligoquetos acuaticos continentales de Sud y Centroamerica*. Asociación Ciencias Naturales del Litoral. Argentina. Colección Climax (5), 207p.

STRASKRABA, M. 1993. Ecotechnology as new means for environmental management. *Ecol. Engineering*. 2:311-331p.

SUASSUNA, J. A. 1996. A salinidade de águas do Nordeste semi-árido. *Anais da 4 Reunião Especial da SBPC*: 228-242.

SUASSUNA, J. A. 1998 *Pequeno açude comunitário, importante fonte hídrica da Região Semi-árida*. www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/recuhidr/salinida/salinida.html.

SUASSUNA, J; AUDRY, P. 1995. *A Salinidade das Águas Disponíveis para a Pequena Irrigação no Sertão Nordestino: caracterização, variação sazonal e limitações de uso*. CNPq, Recife. 128 p.

TANAKA, R. H. 1998. Prejuízos provocados por plantas aquáticas. In: Workshop sobre Controle de Plantas Aquáticas. *IBAMA, Anais*, p.36-38.

TRIVINHO-STRIXINO, S & G. STRIXINO, 1995, *Larvas de Chironomidae do Estado de São Paulo. Guia de identificação e diagnose dos gêneros*. São Carlos: PPG-ERN/UFSCar, 229p.

TUNDISI, J. G. & STRASKRABA, M. 2000. *Gerenciamento da qualidade da água*. ILEC. São Carlos-SP. 258p.

WELLBORN, G.A. & ROBISON, JV. 1996. Effects of a thermal effluent on macroinvertebrates in a central Texas reservoir. *Amer. Midl. Nat.*. 136 (1): 110-120.

WETZEL, R. G. & LIKENS, G. E. 1991. *Limnological Analysis*. Springer – Verlag, New York. 391p.

WETZEL, R. G. 1993. *Limnologia*. Fundação Calouse Gulbekian. Portugal.

WETZEL, R. G. 1995. Death, detritus and energy flow in aquatic ecosystems. *Freshwaters Biol.* 33: 83-89.

WILLIAMS, W.D. 1985. Biotic adaptations in temporary lentic waters, with special reference to those in semi-arid and arid regions. *Hydrobiologia*, V (125): 85-110.

WILLIAMS, W.D. 1999. Temporary wetlands: neglected lakes. *Newsletter: International Lake Environment Committee Foundation* 33: 2-3.

WINNER, H. E., M. W. BOESEL & M. P. FARRELL, 1980, Insect community structure as an index of heavy-metal pollution in lotic ecosystem. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 647 – 655.

5. EQUIPE TÉCNICA

- Ivan Soares Telles de Sousa – Coordenação Geral
- M.Sc. Paulino José Soares de Souza Jr. – Biólogo
- Ph.D. Alexandre Luccas Bitar – Ecólogo
- M.Sc. Ana Cristina Marroquim – Bióloga

ANEXOS

ANEXO A

FOTOS DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM LIMNOLÓGICA



P1, Reservatório de Sobradinho, próximo à cidade de Casa Nova, BA.



P2', rio Brígida, montante à cidade de Orocó, PE.



P3, Reservatório de Itaparica, próximo à cidade de Floresta, PE.



P4, açude Poço da Cruz, próximo à cidade se Ibimirim, PE.



P5, açude Epitácio Pessoa, próximo à cidade de Boqueirão, PB.



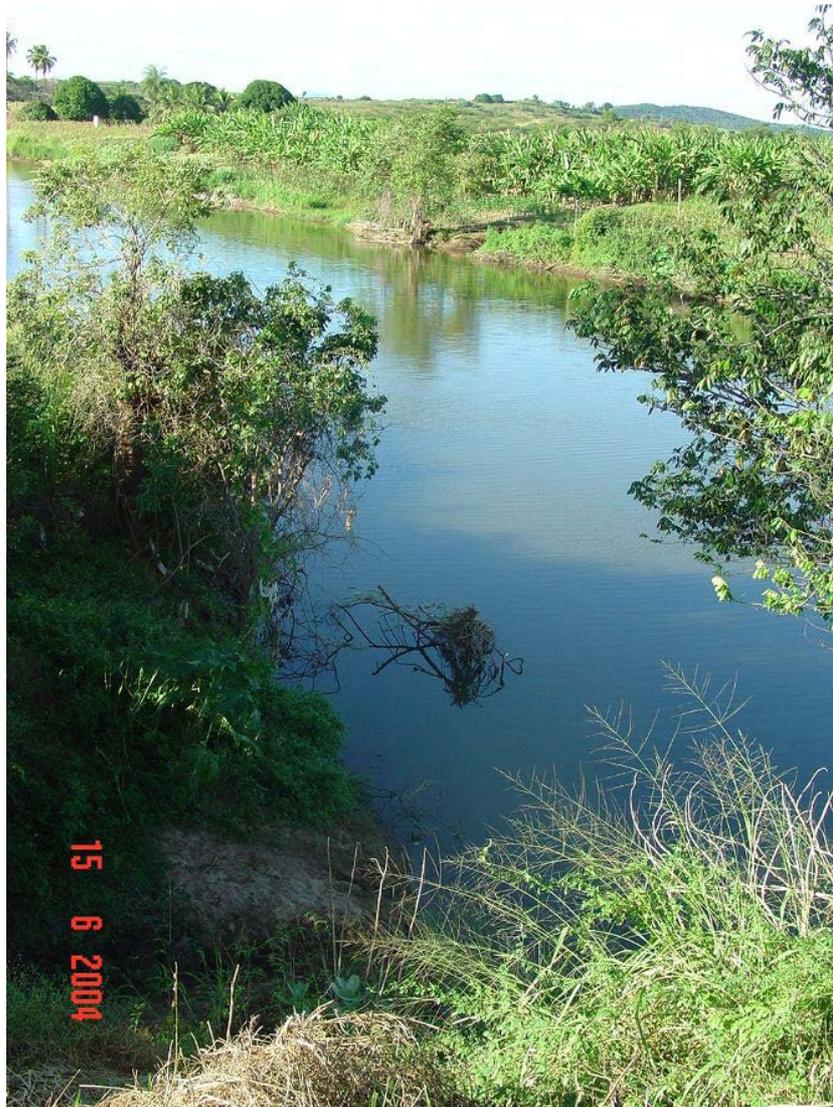
P7, açude de Coremas, próximo à cidade de Coremas, PB.



P7', rio Piancó, próximo à cidade de Diamante, PB.



P8, rio dos Porcos, montante à cidade de Milagres, CE.



P11, rio Salgado próximo a cidade de lavras, CE.



P12, açude Pau dos Ferros, próximo à cidade de Pau dos Ferros, RN.



P12', foz do Rio Vaca Morta, montante ao açude Pau dos Ferros, RN.



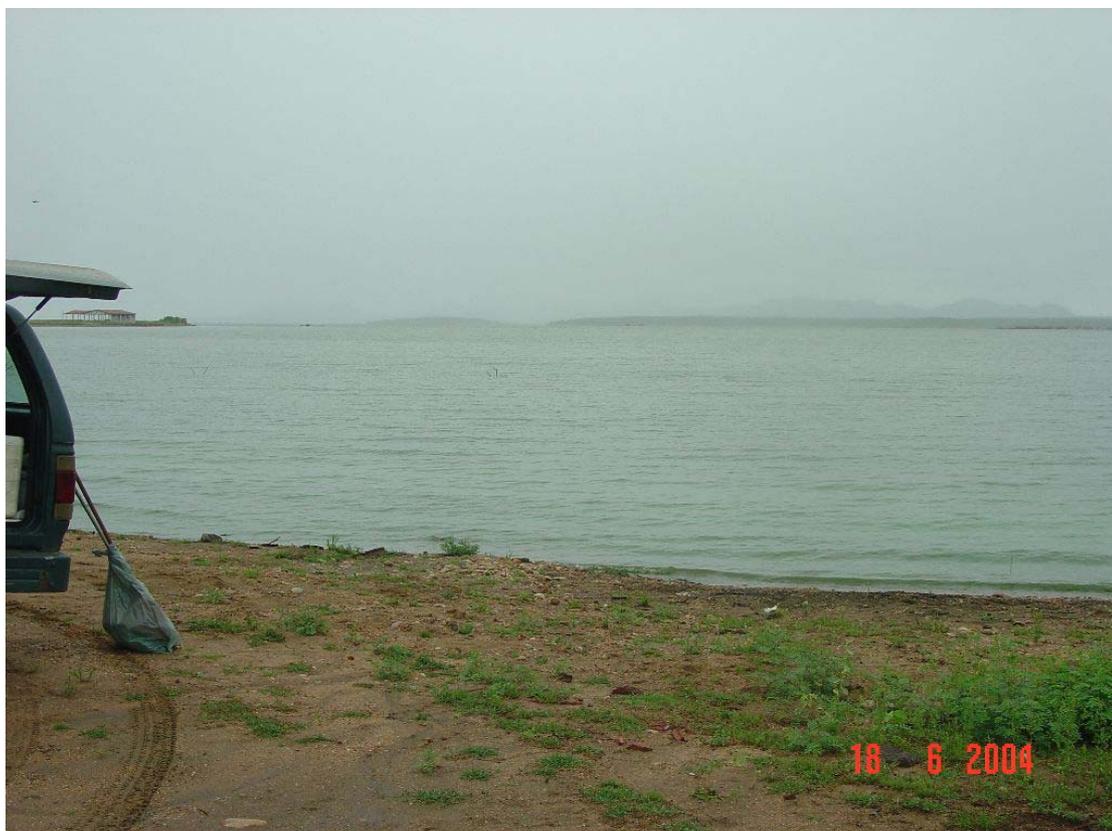
P13, rio Apodi, próximo à cidade de Itaú, RN.



P14, rio Piranhas, montante à cidade de Pombal, PB.



P15, rio Piranhas, montante à cidade de Jucurutu, RN.



P16, açude Armando Ribeiro Gonçalves, próximo ao ponto de captação de água da cidade de São Rafael.



P17, açude de Orós, próximo à cidade de Orós, CE.



P18, rio Jaguaribe, jusante à cidade de Jaguaribe, CE.

ANEXO B

LAUDOS TÉCNICOS LABORATORIAIS DAS ANÁLISES DA QUALIDADE DE ÁGUA DOS PONTOS AMOSTRADOS



Resultados Analíticos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos da amostra			CONAMA 20 Artigo 5º VMP
			14925/04 Ponto P2**	14926/04 Ponto P3	14927/04 Ponto P4	
Alcalinidade Total	mg/L	5	93	27	57	
Amônia não ionizável	mg/L	0,02	0,04	0,03	< 0,02	0,02
Cálcio	mg/L	0,05	9,64	3,36	5,76	
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Cloretos	mg/L	1,0	471	5,3	46	250
Condutividade	µS/cm	0,1	1094	62	208	
DQO	mg/L	5	29	104	32	
Dureza	mg/L	1,0	241	26	64	
Ferro	mg/L	0,05	0,29	0,76	0,15	
Fosfato Total (como P)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Magnésio	mg/L	0,05	24,1	1,87	5,59	
Níquel	mg/L	0,01	0,01	< 0,01	0,02	0,025
Nitratos (como N)	mg/L	0,1	0,55	0,18	0,17	10
Nitritos (como N)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	0,05	1,0
pH		0 - 14	8,1	8,4	7,9	6,0 - 9,0
Potássio	mg/L	0,05	9,53	2,61	7,55	
Silício	mg/L	0,05	7,09	5,13	4,29	
Sódio	mg/L	0,05	81,9	3,93	17,1	
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	981	59	170	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5	64	18	15	
Sulfatos	mg/L	1,0	68	2,3	4,4	250
Turbidez	UNT	0,1	4,6	15	1,8	100
Zinco	mg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
Bacteriologia						
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1	109	216	20	1000
Coliformes Totais	NMP/100mL	1	> 24200	> 24200	> 24200	5000

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos da amostra			CONAMA 20 Artigo 5º VMP
			14928/04 Ponto P5	15122/04 Ponto P7**	15123/04 Ponto P7	
Alcalinidade Total	mg/L	5	58	139	59	
Amônia não ionizável	mg/L	0,02	< 0,02	0,03	< 0,02	0,02
Cálcio	mg/L	0,05	5,58	7,48	4,35	
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Cloretos	mg/L	1,0	65	66	20	250
Condutividade	µS/cm	0,1	242	362	161	
DQO	mg/L	5	34	6	56	
Dureza	mg/L	1,0	81	114	46	
Ferro	mg/L	0,05	0,19	< 0,05	0,10	
Fosfato Total (como P)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Magnésio	mg/L	0,05	7,17	9,02	3,43	
Níquel	mg/L	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
Nitratos (como N)	mg/L	0,1	0,47	< 0,1	< 0,1	10
Nitritos (como N)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	1,0
pH		0 - 14	8,0	8,2	7,8	6,0 - 9,0
Potássio	mg/L	0,05	5,37	4,95	5,49	
Silício	mg/L	0,05	5,06	4,50	3,24	
Sódio	mg/L	0,05	27,2	28,9	10,8	
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	270	243	110	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5	45	6	< 5	
Sulfatos	mg/L	1,0	7,8	9,3	2,7	250
Turbidez	UNT	0,1	60	0,9	16	100
Zinco	mg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
Bacteriologia						
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1	41	20	120	1000
Coliformes Totais	NMP/100mL	1	> 24200	272	959	5000



Resultados Analíticos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos da amostra			CONAMA 20 Artigo 5º VMP
			15124/04 Ponto P8	15125/04 Ponto P11	15126/04 Ponto P14	
Alcalinidade Total	mg/L	5	174	150	79	
Amônia não ionizável	mg/L	0,02	0,28	0,03	< 0,02	0,02
Cálcio	mg/L	0,05	9,36	8,75	5,24	
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Cloretos	mg/L	1,0	453	104	32	250
Condutividade	µS/cm	0,1	1295	540	239	
DQO	mg/L	5	17	< 5	13	
Dureza	mg/L	1,0	350	166	72	
Ferro	mg/L	0,05	0,16	0,14	0,31	
Fosfato Total (como P)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Magnésio	mg/L	0,05	20,3	11,4	4,67	
Níquel	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
Nitratos (como N)	mg/L	0,1	0,27	0,10	0,18	10
Nitritos (como N)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	0,05	1,0
pH		0 - 14	8,2	8,0	7,8	6,0 - 9,0
Potássio	mg/L	0,05	17,9	8,26	6,11	
Silício	mg/L	0,05	5,75	6,34	4,27	
Sódio	mg/L	0,05	60,6	38,4	18,1	
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	988	351	146	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5	37	22	14	
Sulfatos	mg/L	1,0	104	34	3,4	250
Turbidez	UNT	0,1	1,7	1,8	2,4	100
Zinco	mg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
Bacteriologia						
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1	327	14136	> 24200	1000
Coliformes Totais	NMP/100mL	1	6488	> 24200	> 24200	5000

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos da amostra			CONAMA 20 Artigo 5º VMP
			15376/04 Ponto 12"	15377/04 Ponto 12	15378/04 Ponto 13	
Alcalinidade Total	mg/L	5	89	75	92	
Amônia não ionizável	mg/L	0,02	0,07	0,17	0,09	0,02
Cálcio	mg/L	0,05	6,13	5,71	6,05	
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Cloretos	mg/L	1,0	70	51	83	250
Condutividade	µS/cm	0,1	285	228	290	
DQO	mg/L	5	< 5	29	< 5	
Dureza	mg/L	1,0	76	62	73	
Ferro	mg/L	0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	
Fosfato Total (como P)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Magnésio	mg/L	0,05	5,41	4,54	5,81	
Níquel	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
Nitratos (como N)	mg/L	0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	10
Nitritos (como N)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	1,0
pH		0 - 14	7,4	7,9	7,4	6,0 - 9,0
Potássio	mg/L	0,05	9,02	8,42	7,69	
Silício	mg/L	0,05	5,67	4,68	5,72	
Sódio	mg/L	0,05	35,7	28,7	38,7	
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	197	181	212	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5	10	11	14	
Sulfatos	mg/L	1,0	3,2	1,5	2,3	250
Turbidez	UNT	0,1	1,0	11	2,4	100
Zinco	mg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
Bacteriologia						
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1	< 1	20	74	1000
Coliformes Totais	NMP/100mL	1	20	243	1191	5000



Resultados Analíticos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos da amostra				CONAMA 20 Artigo 5º VMP
			15380/04	15381/04	15382/04	15383/04	
			Ponto 15	Ponto 16	Ponto 17	Ponto 18	
Alcalinidade Total	mg/L	5	85	62	71	89	
Amônia não ionizável	mg/L	0,02	0,25	0,13	0,10	0,15	0,02
Cálcio	mg/L	0,05	5,83	4,49	5,19	6,56	
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Cloretos	mg/L	1,0	62	30	23	44	250
Condutividade	µS/cm	0,1	276	169	169	250	
DQO	mg/L	5	6	10	10	11	
Dureza	mg/L	1,0	74	44	56	86	
Ferro	mg/L	0,05	0,21	0,15	0,22	0,20	
Fosfato Total (como P)	mg/L	0,02	0,02	< 0,02	0,02	< 0,02	0,025
Magnésio	mg/L	0,05	6,10	4,26	4,24	6,02	
Níquel	mg/L	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
Nitratos (como N)	mg/L	0,1	0,16	< 0,1	0,30	0,12	10
Nitritos (como N)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	1,0
pH		0 - 14	8,1	7,6	7,7	8,0	6,0 - 9,0
Potássio	mg/L	0,05	9,11	8,93	8,98	9,61	
Silício	mg/L	0,05	5,20	4,67	6,06	6,01	
Sódio	mg/L	0,05	36,3	21,5	15,8	27,2	
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	206	136	135	181	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5	23	74	< 5	32	
Sulfatos	mg/L	1,0	4,8	2,2	4,2	7,9	250
Turbidez	UNT	0,1	1,8	5,5	3,8	1,9	100
Zinco	mg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18
Bacteriologia							
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1	20	3076	327	7270	1000
Coliformes Totais	NMP/100mL	1	6867	> 24200	1789	17328	5000

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 20 – Artigo 5º, de 18 de junho de 1986, para águas Classe 2.

LQ: Limite de Quantificação

Nota 1: O(s) resultado(s) refere(m)-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).
Este Boletim de Análise só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Nota 2: **Data de realização das análises**
A Bioagri Ambiental garante que todas as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo o Guia de Coleta e Preservação de Amostra SQB 008 da Bioagri Ambiental, e condições descritas na proposta comercial referente a este trabalho. Todas estas datas constam nos dados brutos das análises e estão à disposição para serem solicitadas a qualquer momento pelo interessado.

Nota 3: **Plano de Amostragem**
Plano de Amostragem de responsabilidade do interessado.



Identificação dos Pontos de Coleta

Coordenadas UTM				
Zona 24 L				
Ponto	Latitude	Longitude	Bacia	local
P1	0284035	8984671	São Francisco	Reservatório Sobradinho-BA (margem, próximo a cidade de Casa Nova)
P1'	0283691	8979100	São Francisco	Reservatório Sobradinho-BA (meio da barragem, entre as cidades de Sobradinho e Casa Nova)
P2	0448912	9053528	São Francisco	Rio São Francisco-PE (jusante a cidade de Orocó)
P2'	0435625	9051215	São Francisco	Rio Brígida-PE (montante da cidade de Orocó)
P3	0549680	9029840	São Francisco	Reservatório de Itaparica-PE
P4	0642318	9059354	São Francisco	Açude Posto da Cruz-PE (Cidade Ibimirim)
Zona 24 M				
P5	0815515	9172183	Paraíba	Açude Epitácio Pessoa-PB (Cidade Boqueirão)
P7	0617072	9223267	Piranhas	Açude de Coremas-PB
P7'	0586181	9180069	Piranhas	Rio Piancó-PB (montante a cidade de Diamante)
P8	0506912	9190372	Jaguaribe	Rio dos Porcos-CE (montante a cidade de Milagres)
P11	0504402	9253519	Jaguaribe	Rio Salgado-CE (montante a Cidade de Lavras)
P12	0589970	9320603	Apodi	Açude Pau dos Ferros-RN (próximo a barragem)
P12'	0588403	9309530	Apodi	Foz do rio Vaca Morta (montante do Açude Pau dos Ferros-RN)
P13	0612838	9349457	Apodi	Rio Apodi (próximo a cidade de Itaú)
P14	0632975	9256667	Piranhas	Rio Piranhas-PB (montante a cidade de Pomhal)
P15	0714926	9328872	Piranhas	Rio Piranhas-RN (montante a cidade de Jucurutu)
P16	0735393	9373131	Piranhas	Açude Armando Ribeiro-RN (próximo ao ponto de captação de água da cidade de São Rafael)
P17	0507891	9309920	Jaguaribe	Açude de Orós-CE
P18	0540638	9347893	Jaguaribe	Rio Jaguaribe-CE (jusante a Cidade de Jaguaribe)

Referências Metodológicas:

Amônia:	SMEWW 4500 - NH ₃ - D - Ammonia-Selective Electrode Method
Anions:	EPA Method 300.1 - Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
Bacteriologia:	AOAC 990.12 - Contagem de Aeróbios em Placas em Alimentos, Película Reidratável Seca. SMEWW 9223 A- Enzyme Substrate coliform Test
Metais:	SMEWW 3120 B - Inductively Coupled Plasma (ICP) Method
Mercúrio:	SMEWW 3112 B - Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method
Cloro Residual:	SMEWW 4500 - Cl - G - DPD Colorimetric Method
Cor:	SMEWW 2120 C - Spectrophotometric Method
Cromo VI:	SMEWW 3500 - Cr - B - Colorimetric Method
Sódio:	SMEWW 3111 B - Direct Air-Acetylene Flame Method
Potássio:	SMEWW 3111 B - Direct Air-Acetylene Flame Method
pH:	SMEWW 4500 - H ⁺ - B - Electrometric Method
Sólidos:	SMEWW 2540 - C Total Dissolved Solids dried at 180° C
Sulfeto:	SMEWW 4500 S ²⁻ D - Methylene Blue Method - G - Ion-Selective Electrode Method
Turbidez:	SMEWW 2130 B - Nephelometric Method
Sólidos:	SMEWW 2540 - B Total Solids Dried at 103 - 105 °C, C Total Dissolved Solids dried at 180° C, D Total Suspended Solids Dried at 103-105° C, F Settleable Solids.

Renato Luiz de Oliveira 13.07.04
Renato Luiz de Oliveira
Responsável Técnico
CRQ 04446898 - 4ª Região

Marcos Donizete Ceccatto 14.07.04
Marcos Donizete Ceccatto
Gerente Técnico
CRQ 04432847 - 4ª Região

ANEXO C

QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS AMONSTRAGENS

QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NA BACIA DO SÃO FRANCISCO

Parâmetros	Unidade	Resultados												Resolução CONAMA 20/86
		P1 Margem reservatório Sobradinho seca	P1 Margem reservatório Sobradinho chuva	P1' Zona pelágica reservatório Sobradinho seca	P1' Zona pelágica reservatório Sobradinho chuva	P2 Rio São Francisco seca	P2 Rio São Francisco chuva	P2' Rio Brígida seca	P2' Rio Brígida chuva	P3 Reservatório Itaparica seca	P3 Reservatório Itaparica chuva	P4 Açude Poço da Cruz seca	P4 Açude Poço da Cruz chuva	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	37	-	31	-	26	-	93	-	27	-	57	-
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/l	0,034	0,06	0,075	< 0,02	0,029	< 0,02	0,052	0,04	0,034	0,03	0,081	< 0,02	0,02
CÁLCIO	mg/l	-	4,20	-	3,48	-	3,25	-	9,64	-	3,36	-	5,76	-
CHUMBO	mg/l	0,05	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/l	21,3	18	19,5	8,0	17,7	2,5	21,3	471	17	5,3	482,1	46	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	-	112	-	76	-	54	-	1094	-	62	-	208	-
DQO	mg/l	-	23	-	30	-	21	-	29	-	104	-	32	-
DUREZA	mg/l	-	40	-	28	-	24	-	241	-	26	-	64	-
FERRO	mg/l	0,074	0,25	0,021	0,05	0,014	0,20	0,043	0,29	0,046	0,76	0,009	0,15	-
FOSFATO TOTAL	mg/l	0,054	< 0,02	0,030	< 0,02	0,029	< 0,02	0,129	< 0,02	0,060	< 0,02	0,068	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/l	-	2,99	-	2,02	-	1,69	-	24,1	-	1,87	-	5,59	-
NÍQUEL	mg/l	0,01	0,01	0,005	< 0,01	0,004	< 0,01	0,014	0,01	0,003	< 0,01	0,000	0,02	0,025
NITRATO	mg/l	0,00	< 0,1	0,040	< 0,1	0,039	0,14	0,039	0,55	0,036	0,18	0,083	0,17	10
NITRITO	mg/l	0,001	< 0,02	0,002	< 0,02	0,006	< 0,02	0,005	< 0,02	0,002	< 0,02	0,002	0,05	1,0
pH	-	8,1	7,8	-	8,0	7,1	8,0	5,9	8,1	7,3	8,4	8,6	7,9	6,0-9,0
POTÁSSIO	mg/l	-	4,44	-	3,12	-	2,22	-	9,53	-	2,61	-	7,55	-
SÍLICA	mg/l	-	3,72	-	3,94	-	3,08	-	7,09	-	5,13	-	4,29	-
SÓDIO	mg/l	-	7,72	-	4,47	-	2,25	-	81,9	-	3,93	-	17,1	-
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	-	81	-	69	-	53	-	981	-	59	-	170	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	-	< 5	-	< 5	-	8	-	64	-	18	-	15	-
SULFATOS	mg/l	34,99	2,8	2,86	2,1	9,14	1,6	1,58	68	1,34	2,3	29,4	4,4	250
TURBIDEZ	UNT	-	6,1	-	1,4	-	7,6	-	4,6	-	15	-	1,8	100
ZINCO	mg/l	0,015	< 0,05	0,009	< 0,05	0,024	< 0,05	0,017	< 0,05	0,014	< 0,05	0,003	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	-	10	-	< 1	-	79	-	109	-	216	-	20	1000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	-	517	-	> 24200	-	> 24200	-	> 24200	-	> 24200	-	> 24200	5000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	8,5	8,0	-	8,5	6,1	7,0	1,2	7,8	5,0	7,3	-	4,5	> 5 mg/l
TEMPERATURA	°C	-	24,8	-	25	-	24	-	23	-	24	-	24,2	-

Obs.: Resultados em vermelho indicam valores que violam a Resolução CONAMA 20/86.

QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NOS AÇUDES DAS BACIAS RECEPTORAS

Parâmetros	Unidade	Resultados												Resolução CONAMA 20/86
		P7 Açude Mãe d'água seca	P7 Açude Mãe d'água chuva	P12 Açude Pau dos Ferro seca	P12 Açude Pau dos Ferro chuva	P12' Açude Pau dos Ferro seca	P12' Açude Pau dos Ferro chuva	P16 Açude Armando Ribeiro Seca	P16 Açude Armando Ribeiro chuva	P17 Açude Orós seca	P17 Açude Orós chuva	P5 Açude do Epitácio Pessoa seca	P5 Açude do Epitácio Pessoa chuva	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	59	-	75	-	89	-	62	-	71	-	58	-
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/l	-	< 0,02	0,107	0,17	0,097	0,07	0,026	0,13	0,107	0,10	0,123	< 0,02	0,02
CÁLCIO	mg/l	-	4,35	-	5,71	-	6,13	-	4,49	-	5,19	-	5,58	-
CHUMBO	mg/l	0,00	< 0,01	0,04	< 0,01	0,03	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/l	39	20	156	51	163,1	70	47,8	30	46,1	23	297,8	65	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	-	161	-	228	-	285	-	169	-	169	-	242	-
DQO	mg/l	-	56	-	29	-	< 5	-	10	-	10	-	34	-
DUREZA	mg/l	-	46	-	62	-	76	-	44	-	56	-	81	-
FERRO	mg/l	0,00	0,10	0,040	0,06	0,004	< 0,05	0,048	0,15	0,026	0,22	0,014	0,19	-
FOSFATO TOTAL	mg/l	0,020	< 0,02	0,054	< 0,02	0,062	< 0,02	0,062	< 0,02	0,090	0,02	0,062	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/l	-	3,43	-	4,54	-	5,41	-	4,26	-	4,24	-	7,17	-
NÍQUEL	mg/l	0,00	< 0,01	0,014	< 0,01	0,008	< 0,01	0,004	< 0,01	0,001	< 0,01	0,001	0,01	0,025
NITRATO	mg/l	0,043	< 0,1	0,080	< 0,1	0,090	< 0,1	0,072	< 0,1	0,133	0,30	0,070	0,47	10
NITRITO	mg/l	0,00	< 0,02	0,003	< 0,02	0,028	< 0,02	0,007	< 0,02	0,004	< 0,02	0,007	< 0,02	1,0
pH	-	8,7	7,8	9,2	7,9	8,7	7,4	8,5	7,6	8,2	7,7	8,4	8,0	6,0-9,0
POTÁSSIO	mg/l	-	5,49	-	8,42	-	9,02	-	8,93	-	8,98	-	5,37	-
SÍLICA	mg/l	-	3,24	-	4,68	-	5,67	-	4,67	-	6,06	-	5,06	-
SÓDIO	mg/l	-	10,8	-	28,7	-	35,7	-	21,5	-	15,8	-	27,2	-
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	-	110	-	181	-	197	-	136	-	135	-	270	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	-	< 5	-	11	-	10	-	74	-	< 5	-	45	-
SULFATOS	mg/l	9,24	2,7	8,18	1,5	2,65	3,2	1,90	2,2	3,60	4,2	2,86	7,8	250
TURBIDEZ	UNT	-	16	-	11	-	1,0	-	5,5	-	3,8	-	60	100
ZINCO	mg/l	0,00	< 0,05	0,00	< 0,05	0,029	< 0,05	0,009	< 0,05	0,06	< 0,05	0,006	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	-	120	-	20	-	< 1	-	3076	-	327	-	41	1000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	-	959	-	243	-	20	-	> 24200	-	1789	-	> 24200	5000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	-	7,2	-	7,4	5,9	6,0	-	8,5	-	7,4	7,0	7,1	> 5 mg/l
TEMPERATURA	°C	-	26	-	25,8	-	25	-	27,4	-	26	-	26	-

Obs.: Resultados em vermelho indicam valores que violam a Resolução CONAMA 20/86.

QUADRO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NOS RIOS DAS BACIAS RECEPTORAS

Parâmetros	Unidade	Resultados														Resolução CONAMA 20/86
		P7/ Rio Piaçó seca	P7/ Rio Piaçó chuva	P8 Rio dos Porcos seca	P8 Rio dos Porcos chuva	P11 Rio Salgado seca	P11 Rio Salgado chuva	P13 Rio Apodi seca	P13 Rio Apodi chuva	P14 Rio Piranhas (Pombal) seca	P14 Rio Piranhas (Pombal) chuva	P15 Rio Piranhas (Jucurutu) seca	P15 Rio Piranhas (Jucurutu) chuva	P18 Rio Jaguaribe seca	P18 Rio Jaguaribe chuva	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	139	-	174	-	150	-	92	-	79	-	85	-	89	-
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL	mg/l	0,314	0,03	0,035	0,28	0,142	0,03	0,069	0,09	0,058	< 0,02	0,096	0,25	0,119	0,15	0,02
CÁLCIO	mg/l	-	7,48	-	9,36	-	8,75	-	6,05	-	5,24	-	5,83	-	6,56	-
CHUMBO	mg/l	0,00	< 0,01	0,04	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,00	< 0,01	0,03
CLORETO	mg/l	44,3	66	368,7	453	212,7	104	92,2	83	44,3	32	60,3	62	44,3	44	250
CONDUTIVIDADE	µs.cm ⁻¹	-	362	-	1295	-	540	-	290	-	239	-	276	-	250	-
DQO	mg/l	-	6	-	17	-	< 5	-	< 5	-	13	-	6	-	11	-
DUREZA	mg/l	-	114	-	350	-	166	-	73	-	72	-	74	-	86	-
FERRO	mg/l	0,00	< 0,05	0,002	0,16	0,00	0,14	0,107	< 0,05	0,261	0,31	0,102	0,21	0,02	0,20	-
FOSFATO TOTAL	mg/l	0,082	< 0,02	0,206	< 0,02	0,089	< 0,02	0,085	< 0,02	0,057	< 0,02	0,081	0,02	0,042	< 0,02	0,025
MAGNÉSIO	mg/l	-	9,02	-	20,3	-	11,4	-	5,81	-	4,67	-	6,10	-	6,02	-
NÍQUEL	mg/l	0,00	< 0,01	0,014	< 0,01	0,001	< 0,01	0,006	< 0,01	0,04	< 0,01	0,004	< 0,01	0,003	< 0,01	0,025
NITRATO	mg/l	0,090	< 0,1	0,073	0,27	0,100	0,10	0,024	0,10	0,063	0,18	0,014	0,16	0,050	0,12	10
NITRITO	mg/l	0,003	< 0,02	0,010	< 0,02	0,07	< 0,02	0,002	< 0,02	0,003	0,05	0,008	< 0,02	0,019	< 0,02	1,0
pH	-	8,7	8,2	9,2	8,2	9,5	8,0	7,3	7,4	7,5	7,8	7,6	8,1	8,7	8,0	6,0-9,0
POTÁSSIO	mg/l	-	4,95	-	17,9	-	8,26	-	7,69	-	6,11	-	9,11	-	9,61	-
SÍLICA	mg/l	-	4,50	-	5,75	-	6,34	-	5,72	-	4,27	-	5,20	-	6,01	-
SÓDIO	mg/l	-	28,9	-	60,6	-	38,4	-	38,7	-	18,1	-	36,3	-	27,2	-
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	-	243	-	988	-	351	-	212	-	146	-	206	-	181	500
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	-	6	-	37	-	22	-	14	-	14	-	23	-	32	-
SULFATOS	mg/l	2,01	9,3	40,41	104	7,86	34	34,78	2,3	4,03	3,4	13,82	4,8	3,92	7,9	250
TURBIDEZ	UNT	-	0,9	-	1,7	-	1,8	-	2,4	-	2,4	-	1,8	-	1,9	100
ZINCO	mg/l	0,00	< 0,05	0,00	< 0,05	0,00	< 0,05	0,030	< 0,05	0,019	< 0,05	0,014	< 0,05	0,006	< 0,05	0,18
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	-	20	-	327	-	14136	-	74	-	> 24200	-	20	-	7270	1000
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	-	272	-	6488	-	> 24200	-	1191	-	> 24200	-	6867	-	17328	5000
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	-	8,2	-	8,2	-	8,0	7,4	7,0	5,8	8,7	5,5	9,0	-	6,6	> 5 mg/l
TEMPERATURA	°C	-	28	-	26	-	28	-	26,2	-	27,5	-	28,2	-	25,5	-

Obs.: Resultados em vermelho indicam valores que violam a Resolução CONAMA 20/86.

ANEXO D

ABUNDÂNCIA DO FITOPLÂNCTON

ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS TÁXONS DE ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS

Estação	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
Cyanophyceae																				
Anabaena circinalis	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Anabaena sp1</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Anabaena sp2</i>	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
<i>Anabaena sp3</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Aphanocapsa minutissima</i>	21%	0%	1%	0%	0%	3%	5%	55%	40%	10%	6%	13%	60%	26%	30%	21%	0%	15%	22%	0%
<i>Aphanocapsa sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	16%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Cylindrospermopsis sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Lingbya sp1</i>	3%	0%	3%	0%	0%	0%	5%	10%	1%	0%	2%	6%	6%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Merismopedia spp</i>	0%	0%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	2%	7%	0%	2%	0%	2%	16%	0%	1%	5%	0%
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1%	0%	1%	0%	3%	21%	0%	5%	0%	1%	0%	0%	1%	1%	3%	1%	42%	2%	0%	0%
<i>Pseudanabaena catenata</i>	1%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	6%	3%	30%	4%	3%	0%	0%	1%	1%	55%	5%	1%	0%
<i>Raphidiopsis curvata</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	23%	4%	17%	1%	1%	0%	0%	0%	1%
<i>Raphidiopsis indica</i>	33%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Raphidiopsis sp</i>	0%	0%	1%	1%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	46%	2%	5%	0%	0%	0%	9%	1%	0%
Sub-Total	58%	1%	13%	2%	5%	28%	11%	78%	47%	43%	20%	92%	77%	53%	52%	43%	97%	33%	31%	
Chlorophyceae																				
Actinastrum hantzschii	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Akistrodesmus gracialis</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
<i>Banbusina sp1</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Botryococcus sp</i>	8%	0%	0%	0%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	1%	0%	5%	1%	0%
<i>Chlamydomonas sp</i>	0%	0%	0%	18%	3%	1%	0%	0%	9%	4%	19%	1%	2%	5%	8%	6%	0%	1%	21%	0%
<i>Chlorella minutissima</i>	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Chlorella vulgares</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	16%	2%	3%	14%	0%	1%	0%	4%	0%	6%	0%	7%	0%	0%
<i>Chlorolobium sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Chlorolobium sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
<i>Closterium sp1</i>	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Closterium sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
<i>Coelastrum microporum</i>	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%

Estação	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18
<i>Cosmarium moniliforme</i>	0%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Cosmarium sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Crucigenia sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Desmidium barley</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Dictiosphaerium sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Diplochoris sp</i>	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	1%	0%	1%	2%	2%	5%	0%	0%	1%
<i>Eutetramorus sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
<i>Ulothrix sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mougeotia sp</i>	3%	13%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Kirchineriella lunata</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Kirchineriella obesa</i>	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Monoraphidium sp2</i>	3%	0%	0%	0%	0%	3%	5%	1%	6%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%
<i>Monoraphidium sp3</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
<i>Monoraphidium tortile</i>	5%	0%	1%	2%	3%	0%	16%	6%	6%	10%	0%	1%	7%	17%	25%	16%	0%	4%	6%
<i>Oocystis sp1</i>	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%
<i>Pediastrum duplex</i>	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Pediastrum simplex</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Scenedesmus ginzlugeri</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	2%
<i>Scenedesmus linearis</i>	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Scenedesmus obtusus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Scenedesmus ovalternus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	1%
<i>Scenedesmus sp4</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Schorederia sp1</i>	0%	0%	0%	0%	0%	3%	16%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	1%	1%	0%	6%	0%
<i>Sphaerosoma albertianum</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Sphaerosoma leave</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Spherozystis sp</i>	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Spherozystis sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Estação	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18
<i>Staurastrum sp1</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Staurastrum sp1</i>	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Staurastrum sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Staurastrum sp3</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Staurastrum sp4</i>	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Staurodesmus sp1</i>	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Staurodesmus sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Tetrademus sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Tetraedron regulare</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	1%
<i>Tetrastrum sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%
<i>Volvocales sp1</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sub-Total	27%	99%	7%	21%	13%	24%	53%	17%	33%	48%	32%	6%	19%	35%	40%	44%	1%	30%	38%
Bacillariophyceae																			
<i>A. ambigua</i>	0%	0%	9%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
<i>A. distans</i>	0%	0%	0%	0%	5%	38%	0%	1%	4%	1%	0%	0%	0%	4%	5%	4%	0%	24%	1%
<i>A. granulata angustissima</i>	0%	0%	13%	0%	10%	0%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Aulacoseira granulata</i>	1%	0%	13%	0%	44%	1%	16%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	0%
<i>Coconeis sp</i>	0%	0%	0%	43%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Cyclotella stelligera</i>	10%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	0%	0%	0%	2%	1%	1%	0%	0%	1%
<i>Achananthidium sp</i>	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Pinnularia sp</i>	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Eunotia sp</i>	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Navicula sp5</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	38%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	27%
<i>Nitzschia palea</i>	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Navicula sp 1</i>	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Navicula sp2</i>	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Navicula sp3</i>	0%	0%	0%	1%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
<i>Achananthes minutissima</i>	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Navicula sp4</i>	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Estação	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18
<i>Nitzscia sp</i>	0%	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	2%
<i>Nitzscia sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
<i>Rhizosolenia sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	9%	1%
<i>Surirella sp</i>	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Synedra sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
<i>Synedra sp2</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Tabellaria frenestrata</i>	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Tabellaria sp2</i>	0%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sub-Total	11%	0%	41%	57%	79%	47%	26%	4%	14%	8%	49%	2%	2%	11%	7%	12%	2%	33%	31%
Cryptophyceae																			
<i>Cryptomonas sp1</i>	1%	0%	3%	4%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%
<i>Cryptomonas sp2</i>	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
<i>Rhodomonas lacustris</i>	1%	0%	34%	14%	3%	0%	0%	1%	4%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	2%	0%
Sub-Total	2%	0%	39%	18%	3%	0%	5%	1%	4%	0%	0%	0%	0%	2%	1%	1%	1%	4%	0%
Crysophyceae																			
<i>Dinobryum sp</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mallomonas sp1</i>	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sub-Total	2%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Euglenophyceae																			
<i>Trachelomonas sp1</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Dinophyceae																			
<i>Peridinium sp</i>	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	100%																		

ANEXO E

ABUNDÂNCIA DO ZOOPLÂNCTON

ABUNDÂNCIA ABSOLUTA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA (INDIVÍDUOS/M³) NAS DIFERENTES ESTAÇÕES AMOSTRADAS DURANTE A CAMPANHA DE JUNHO/2004

GRUPOS TAXONÔMICOS	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18
COPEPODA																			
Ciclopoida																			
<i>Thermocyclops sp</i>		39,38		0,82							10,08							21,6	
<i>Thermocyclops crassus</i>	38,38																		
<i>Thermocyclops minutus</i>	96,96												41,36						
náuplio	30,30	17,9		260,1	9,6	40,96	2,6			25	122,4	33,6	3,76	94,32		25		21,6	
Copepodito Ciclopoida	147,5	153,9		95,37	38,4	317,4	9,1			50	28,8	33,6	34,78	41,92		25		64,8	
Calanoida																			
<i>Notodiaptomus cearensis</i>	8,08	7,16					59,8	11633				32,3	12,22				1495	1469	
<i>Notodiaptomus iheringi</i>																	785,5		
náuplio	64,64	68,02					20,8	618,8				5,7	13,16	20,96		25	126,7	324	1,33
Cop. Calanoide	50,05	143,2			9,6	10,24	144,3	3837		25		4,75	14,1	10,48			760,2	1404	2,66
Harpacticoida																			
adulto não identificado			1,54										33,6						
náuplio																			
CLADOCERA																			
<i>Alona sp</i>			1,54																
<i>Alonella sp</i>												33,6	4,7						
<i>Alonella hamulata</i>													0						
<i>Bosmina sp</i>	24,76	3			19,2								4,7						
<i>Bosminopsis deitersi</i>	37,14	102			28,8														1,33
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	12,38						122,6						108,1						
<i>Ceriodaphnia rigaudi</i>	37,14				19,2	92,16		148,6			7,2	33,6	18,8	10,48				362,9	
<i>Daphnia gessneri</i>								99,04										267,8	

GRUPOS TAXONÔMICOS	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	12,38	9					61,32	1387				67,2	206,8				9,92	328,3	
<i>Ephemeropterus hybridus</i>																			
<i>Euryalona brasiliensis</i>																			
<i>Grimaldina brazzai</i>																			
<i>Ilyocryptus spinifer</i>			+																
<i>Moina sp</i>	12,38	15					45,99				36	100,8	75,2	10,48	24,15	75			
<i>Leydigia ipojucae</i>																			
<i>Leydigioptis curvirostris</i>																			
<i>Macrothrix sp.</i>									5,92							25			
<i>Moina minuta</i>										100									
<i>Oxyrella longicaudis</i>																			
<i>Streblocerus sp.</i>																			
ROTÍFERA																			
<i>Anuraeopsis sp</i>				+					2,96			33,6							
<i>Ascomorpha sp</i>		3																	
<i>Asplanchna sp</i>	12,38	3									21,6	201,6							
<i>Brachionus angularis</i>																25			
<i>Brachionus calyciflorus</i>	210,5	18										638,4		230,6					
<i>Brachionus caudatus</i>	12,38										7,2			10,48		25			
<i>Brachionus dolabratus</i>	24,76	12							+										
<i>Brachionus falcatus</i>	12,38	9												10,48		25			
<i>Brachionus forficula cf</i>	12,38																		
<i>Brachionus havanaensis</i>	0													104,8		25			
<i>Brachionus mirus</i>	12,38	3				+			+										
<i>Brachionus quadridentatus</i>																			3,99
<i>Brachionus urceolaris</i>																			
<i>Cephalodella sp</i>		3																	

GRUPOS TAXONÔMICOS	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18
<i>Collotheca sp</i>		3																	
<i>Conochilu unicornis</i>	49,52	45																	
<i>Dipleuchlanis propatula</i>			+						2,96			33,6						19,84	
<i>Filinia camasecla</i>	24,76	3			57,6														
<i>Filinia opoliensis</i>	12,38					40,96							4,7						
<i>Filinia limnetica</i>	61,9	9																	
<i>Filinia terminalis</i>											79,2		9,4						
<i>Hexarthra sp</i>		3									14,4								
<i>Keratella americana</i>	49,52	18												10,48					
<i>Keratella cochlearis</i>	482,8	42								175	7,2			272,5		75			
<i>Keratella tropica</i>	160,9	3								75	151,2	67,2	4,7	83,84		200			
<i>Lecane closterocerca</i>												33,6							
<i>Lecane (L.) curvicornis</i>			+						20,72				67,2	10,48					
<i>Lecane (L.) leontina</i>									8,88										
<i>Lecane (L.) papuana</i>									2,96							25			1,33
<i>Lecane (L.) proiecta</i>	86,66	273																	
<i>Lecane signifera</i>												33,6							
<i>Lecane (L.) stichaea</i>					+											25			
<i>Lecane (L.) sp.</i>		3							2,96										
<i>Lecane (M.) bulla</i>						10,24			26,64										
<i>Lecane (M.) scutata</i>	+																		
<i>Lepadella sp</i>	12,38				9,6														
<i>Mytilina ventralis macracantha</i>									2,96										
<i>Notomata sp</i>			+						2,96			100,8							
<i>Platyonus patulus patulus</i>		36				20,48	15,33		5,92										
<i>Ploesoma truncatum cf.</i>					9,6														

GRUPOS TAXONÔMICOS	P1	P1'	P2	P2'	P3	P4	P5	P7	P7'	P8	P11	P12	P12'	P13	P14	P15	P16	P17	P18
<i>Polyarthra sp</i>	12,38	+		8,67						275	489,6			62,88	19,55	50			
<i>Pompholix sp</i>											21,6			20,96					
<i>Ptygura libera</i>		6																	
<i>Sinantherina ariprepes cf.</i>		3																	
<i>Sinantherina spinulosum cf.</i>	49,52																		
<i>Testudinella patina</i>									2,96							25			
<i>Trichocerca pusila.</i>														20,96					
<i>Trichocerca capuchina</i>		3																	
<i>Trichocerca chattoni</i>		3																	
Bdelloidea	12,38									25	14,4	235,2			1,15	50			2,66
Não identificado										100		33,6							
Protozoa																			
<i>Arcella sp</i>			+	8,67		20,48									4,6	0			1,33
<i>Centropyxis sp</i>				26,01	19,2				2,96							100			9,31
<i>Diffflugia sp</i>				+										10,48		25			1,33
OUTROS GRUPOS																			
<i>Chironomus sp</i>				8,67		40,96						33,6			1,15	25			2,66
Ostracoda	24,76	15			595,2			1832	2,96				28,2						1,33
Oligochaeta					105,6	10,24											109,1		
TOTAL	1.909,09	1.077,60	3,08	408,31	921,60	604,16	481,88	19.555,2	94,72	850,00	1.010,88	1.890,75	584,68	1.037,52	50,60	875,00	3.306,38	4.263,84	29,26

(+) Presente em amostragens qualitativas.

ANEXO F

MOLUSCOS IDENTIFICADOS NA LITERATURA PARA A REGIÃO DE ESTUDO

ESPÉCIES DE MOLUSCOS REGISTRADAS EM LITERATURA PARA A ÁREA DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

Registros para o Rio São Francisco:

Classe Gastropoda

Família Ampulariidae

Pomacea lineata

Pomacea meta

Pomacea decussata

Pomacea canaliculata Lamarck, 1804

Pomacea papyracea

Família Thiaridae

Aylacostoma brasiliensis

Aylacostoma crenocarina

Aylacostoma tenuilabris

Aylacostoma tuberculata

Família Pomatiopsidae

Idiopyrgus rudolphi

Idiopyrgus souleyetianus

Família Lymnaeidae

Lymnaea columella

Família Physidae

Physa cubensis

Família Planorbidae

Drepanotrema cimex

Drepanotrema depressissimum

Drepanotrema lucidum

Drepanotrema pileatum

Biomphalaria glabrata

Biomphalaria peregrina

Biomphalaria straminea

Biomphalaria tenagophila

Plesiophysa ornata

Família Ancyliidae

Anisancylus dutrae

Gundlachia saulcyana

Classe Bivalvia

Família Hyriidae

Castalia ambigua

Castalia multisulcata

Diplodon besckeanus

Diplodon (Diplodon) granosus

Diplodon (Diplodon) multistriatus

Diplodon (Rhipidodonta) rhombeus

Diplodon (Rhipidodonta) suavidicus

Família Mycetopodidae

Anodontites moricandi

Anodontites obtusus

Anodontites patagonicus

Anodontites tenebricosus

Anodontites trapesialis

Mycetopoda siliquosa

Monocondylaea paraguayana

Família Pisidiidae

Pisidium pulchellum

Eupera bahiensis

Registros para as Bacias do Nordeste Setentrional:

Classe Gastropoda

Família Ampulariidae

Pomacea bridgesii

Pomacea canaliculata

Pomacea lineata

Pomacea papyracea

Pomacea pernambucensis

Pomacea physoides

Pomacea quercina

Família Thiaridae

Aylacostoma bicincta - Jaguaribe

Aylacostoma globosa

Aylacostoma pulcher

Aylacostoma zebra

Família Hydrobiidae

Littoridina inconspicua

Littoridina manni

Lyrodes fagundesii

Família Pomatiopsidae

Idiopyrgus souleyetianus

Família Lymnaeidae

Lymnaea columella

Família Physidae

Physa cubensis

Família Planorbidae

Drepanotrema cimex

Drepanotrema depressissimum

Drepanotrema lucidum

Drepanotrema schubarti

Biomphalaria glabrata

Biomphalaria peregrina

Biomphalaria straminea

Biomphalaria tenagophila

Plesiophysa ornata

Família Ancyliidae

Anisancylus dutrae

Gundlachia radiata

Gundlachia saulcyana

Classe Bivalvia

Família Hyriidae

Castalia multisulcata

Diplodon besckeanus

Diplodon (Diplodon) granosus

Família Mycetopodidae

Anodontites obtusus

Anodontites patagonicus

Anodontites tenebricosus

Anodontites trapesialis

Família Pisidiidae

Eupera bahiensis