

CAPÍTULO 6

Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú

Luís Roberto Takiyama
Arnaldo de Queiroz da Silva
Wagner José Pinheiro Costa
Heraldo dos Santos Nascimento

Resumo

A qualidade de água das áreas das ressacas de Macapá e Santana foi investigada a partir da análise dos seguintes parâmetros: amônia, cloretos, coliformes fecais, condutividade elétrica, fosfato, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais, turbidez, sólidos totais dissolvidos, temperatura do ambiente, temperatura da água. Foi utilizado o Índice de Qualidade de Água (IQA) para a classificação da qualidade. As amostras foram coletadas em 16 pontos, abrangendo o Igarapé da Fortaleza e as áreas de ressacas da Lagoa dos Índios, Curiaú, Curralinho e Congós (Ressaca Chico Dias). Os resultados demonstram que a dinâmica do rio Amazonas influencia diretamente a qualidade da água do Igarapé da Fortaleza. Com relação às ressacas, demonstrou-se neste trabalho o impacto causado pela ocupação humana em áreas como o Congós quando comparado a locais mais preservados como a Lagoa dos Índios, Curiaú e Curralinho. A qualidade da água é deteriorada principalmente em relação aos parâmetros coliformes fecais, oxigênio dissolvido e concentração de nutrientes, os quais são detectados em concentrações inadequadas nos locais onde há intervenção do homem. Fez-se também a comparação sazonal da qualidade de água e constatou-se que, no período das chuvas a água das ressacas apresentam um IQA levemente inferior ao período da estiagem, principalmente causado pelo baixo pH e baixa concentração de oxigênio dissolvido. Entretanto, no período de estiagem, ocorrem altas concentrações de coliformes fecais e nutrientes (fosfato, nitrato e amônia).

6.1. Introdução

Em termos de qualidade de água, as áreas úmidas são vistas como purificadoras de água, pois a vegetação e sedimento podem reter nutrientes, além de todos os microorganismos que decompõem compostos orgânicos como pesticidas e dejetos humanos. Os sedimentos carregados pelo escoamento das águas das chuvas também são retidos nas áreas úmidas devido a baixa velocidade do fluxo da água.

Com relação aos aspectos hidrológicos, essas áreas servem como alimentadores de lençóis freáticos e reservatórios de água, absorvendo as águas das chuvas, diminuindo os riscos de enchentes. Mais ainda, como são áreas abertas, as áreas úmidas minimizam o risco de erosão na linha de costa, diminuindo a vazão e conseqüentemente a força com que as águas atingem o litoral.

A chamada *ressaca*, que é um termo regional, é caracterizada como uma área úmida periodicamente inundada, mas que abriga canais ou cursos d'água perenes.

As ressacas situadas nas áreas urbanas e peri-urbanas das cidades de Macapá/AP e Santana/AP estão sendo pressionadas pela ocupação humana, a qual faz uso indiscriminado através da construção de moradias, aterramento, queimadas, despejo de resíduos sólidos e dejetos e de atividades tais como a bubalinocultura, criação de peixes e uso para recreação. Com tudo isso, é previsível que o impacto na qualidade de água das ressacas seja negativo e medidas para a preservação deste importante recurso devem ser tomadas.

O principal objetivo deste trabalho foi o de caracterizar a qualidade das águas dos corpos d'água das bacias do igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú.

6.1.1. Aspectos de Uso e Ocupação e Impactos na Qualidade de Água

A ocupação das ressacas nesses municípios vem ocorrendo de maneira descontrolada e diversificada. A ocupação através da construção de casas é a mais perceptível (Figura 6.1). Esse tipo de ocupação pode ter sido ocasionada pela falta de um planejamento urbano dessas cidades que dispõem de áreas reduzidas de terra firme para a expansão urbana que surgiu em decorrência da intensa migração, algo em torno de 5% ao ano (Anuário Estatístico do Estado do Amapá, 2000), pois historicamente os centros urbanos atraem a população pela oferta de serviços que dispõem, tais como saúde, educação, saneamento e oportunidade de trabalho.

Nas áreas de ressaca pode-se verificar que diversas atividades econômicas são desenvolvidas, como exemplo, a exploração mineral através da retirada de argila para a fabricação de tijolos – em alguns casos os buracos abertos com a extração de argila são utilizados como tanques para a criação de peixes (piscicultura). A pecuária é outra atividade freqüente no Curiaú com a criação de búfalos (Figura 6.2).

Locais como o balneário do Abel, Gruta e o Curiaú, são freqüentados pelos moradores que nos finais de semana, principalmente, utilizam como pontos de recreação. São nesses locais que no mês de junho ocorrem as atividades de verão promovidas pelos órgãos públicos. Além disso, é comum encontrar pessoas pescando ao longo do igarapé da Fortaleza, na Lagoa dos Índios e na ponte do rio Curiaú.



Figura 6.1. Ocupação desordenada das áreas de ressaca. (Acervo CPAQ/IEPA.)



Figura 6.2. Criação de búfalos no Curiaú. (Acervo CPAQ/IEPA.)

Por ser um igarapé que possui uma extensão considerável, no igarapé da Fortaleza também é possível a navegação. É importante ressaltar que muitas famílias que residem no município de Santana e, conseqüentemente, ao longo do curso do igarapé da Fortaleza possuem alguma relação com comunidades ribeirinhas paraenses; a relação com o Estado do Pará não perdeu a sua intensidade mesmo com o desmembramento destas terras para a constituição de um novo Território Federativo.

Ao longo do igarapé da Fortaleza, outra atividade desenvolvida com maior intensidade é a extração mineral, pois existem muitas olarias que retiram argila das áreas de várzea e das ressacas para a fabricação de tijolos (Figuras 6.3 e 6.4). O igarapé Provedor, no município de Santana, é o local onde a quantidade de olarias é significativo; chegando a existir mais de duas olarias num mesmo local e com donos diferentes – esse dado foi constatado através de entrevistas realizadas no local (. Observa-se, no entanto, que existe uma

quantidade considerável de olarias que aproveitam o potencial natural de argila própria para a fabricação de tijolos, mas a maior parte das casas nas bordas das ressacas são de madeira; um indicativo do baixo poder aquisitivo da população residente nestas áreas.



Figura 6.3. Olarias em Santana. (Acervo CPAQ/IEPA.)



Figura 6.4. Olaria em Santana. (Acervo CPAQ/IEPA.)

O problema, no entanto, se agrava quando não há um planejamento no sentido de utilizar também os buracos abertos com a extração mineral (Figura 6.5). Em alguns locais, pode ser observada a prática da piscicultura, no intuito de aproveitamento dos “tanques” que são formados com a retirada da argila. A piscicultura pode ser uma saída econômica, mas isso não ameniza o impacto causado na natureza (Figura 6.6).



Figura 6.5. Buracos feitos com a extração mineral (argila).(Acervo CPAQ/IEPA.)



Figura 6.6. Tanques de piscicultura nas áreas de ressacas. (Acervo CPAQ/IEPA.)

A ocupação das áreas de ressacas através da construção de casas ou com o desenvolvimento de atividades econômicas em suas bordas, vem degradando esse ambiente com o acúmulo de lixo e dejetos das mais diversas origens (Figura 6.7). O lixo pode ser um indicativo da pobreza existente nestes locais, quando se trata das comunidades carentes, ou a falta de fiscalização dos órgãos responsáveis; nos dois casos persiste a ausência de uma política pública de planejamento urbano e um trabalho de conscientização nas comunidades residentes nestes locais do importante papel que a própria população pode desenvolver a fim de minimizar esse problema.

No período de estiagem das chuvas, nas áreas de ressacas há uma ocorrência de queimadas. A vegetação fica muito seca propiciando a proliferação do fogo. Às vezes, as queimadas são feitas com o intuito de “limpar” áreas para o cultivo, ou então, para

renovação do capim que servirá de alimento para o gado criado nessas áreas. Este procedimento compromete principalmente a vegetação e a fauna das ressacas que sofrem todos os anos com as queimadas. Além disso, o desconforto causado pela fumaça e o perigo de incendiar estruturas residenciais no entorno são fatores que diretamente afetam a população humana.



Figura 6.7. Acumulo de lixo nas ressacas. (Acervo CPAQ/IEPA.)

6.1.2. Legislação Estadual e Federal Pertinentes à Qualidade da Água das Ressacas

A Lei Estadual nº 0455/99, que estabelece o tombamento de todas as áreas de ressacas do Estado do Amapá e impõe limitações ao uso e ocupação precisa de suporte técnico no que diz respeito à definição do que é uma área de ressaca. Para a regulamentação desta lei é necessário que o conceito de *ressaca* possa ser conhecido pelos diversos setores da sociedade e pelos Poderes Constituídos, a fim de que a fiscalização e a preservação desses ambientes seja de responsabilidade da população em geral.

A Lei estadual No. 686/2002 de 7 de junho de 2002 foi recentemente criada e estabelece instrumentos importantes de gestão dos recursos hídricos. Este reforço legal chega em bom momento pois neste trabalho estão sendo apontados vários problemas relacionados aos recursos hídricos das proximidades das zonas urbanas de Macapá e Santana.

Em termos de legislação federal, existe a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) No. 20 de junho de 1986 que estabelece limites de vários parâmetros de qualidade de água de acordo com a classificação das águas baseada no uso das mesmas. A Classe 2 é a que mais adequada para as águas das ressacas e é descrita como:

Águas Doces

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho) ;*
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;*

e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Os limites de alguns parâmetros regulados pela Resolução CONAMA No. 20 são mostrados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1. Limites estabelecidos para alguns parâmetros pela resolução CONAMA 020/86 para águas de classe 2.

PARÂMETRO	LIMITES
Turbidez	100 NTU
pH	6 a 9
Cloretos	250 mg/L
Sólidos Totais	500 mg/L
Amônia	0,02 mg/L
Nitrato	10 mg/L
Fosfato	0,025 mg/L
Oxigênio Dissolvido	≥5 mg/L
Condutividade Elétrica	-----
Coliformes Fecais	1000 NMP/100ml

6.1.3. Parâmetros Físico-químicos de Qualidade de Água

Estão resumidamente descritos, na Tabela 6.2 a seguir, alguns parâmetros físico-químicos da água com suas respectivas relevâncias com relação à qualidade e métodos de determinação.

Tabela 6.2. Descrição e importância de alguns parâmetros de qualidade de água.

Parâmetro	Descrição	Importância	Técnicas/instrumentos de Análise	Unidades de expressão
Zona Eufótica e Transparência da Água	Representa a penetração de luz na água. O limite inferior da zona eufótica é geralmente assumido como sendo aquela profundidade onde a intensidade da radiação corresponde a 1% da que atinge a superfície	Determina a região superficial da água onde ocorre a fotossíntese	Disco de Secchi	metros (m)
Sólidos	São divididos em 2 tipos: os sólidos dissolvidos e os sólidos suspensos. A soma dos dois representa os sólidos totais. São representados por materiais orgânicos (plânctons) e inorgânicos	Influenciam a condutividade (concentração de sais), e a transparência.	- Filtração - Gravimetria	mg/L
Turbidez	Expressa as propriedades de transmissão da luz de uma solução ou suspensão	A importância na turbidez diz respeito a penetração de luz, ou transparência da água	Turbidímetro	unidade nefelométrica de turbidez (UNT ou NTU)

Parâmetro	Descrição	Importância	Técnicas/instrumentos de Análise	Unidades de expressão
Temperatura da água	Expressa as variações da troca de energia térmica entre os diversos meios e a água.	Os organismos possuem diferentes reações às mudanças deste fator. e as velocidades das reações químicas que podem ocorrer no meio aquático são influenciadas pela temperatura.	- Termômetro - Termistor	°C
pH	O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução	Pode indicar a presença de poluição, ácidos húmicos, carbonatos e outros íons em solução	pHmetro	Escala de 0 a 14
Alcalinidade	A alcalinidade também é conhecida como capacidade de neutralização de ácidos e resulta da presença de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos. Silicatos, fosfatos e matéria orgânica também contribuem para a alcalinidade.	Esse parâmetro auxilia na manutenção do pH da água que pode ser afetado pela adição de ácidos.	Titulometria	mg/L
Oxigênio Dissolvido – O.D.	Expressa a quantidade de oxigênio (gás) dissolvido na água e depende da temperatura da água e da pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior a dissolução, e quanto maior a temperatura, menor a dissolução desse gás	Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido na água é uma variável extremamente importante, haja vista que a maioria dos organismos necessita deste elemento para a respiração	- Oxímetro - Titulometria	mg/L
Organismos Patogênicos	São bactérias, vírus e protozoários.	São fortes indicadores de poluição e que podem causar danos à saúde pública.	Teste bacteriológico	NMP/100 mL NMP = número mais provável
Nitrogênio e Fósforo	São compostos representados pelos nitratos, nitritos, amônia, fosfatos e compostos orgânicos contendo nitrogênio e fósforo.	São compostos essenciais à vida aquática. Constituem um importante índice da presença de despejos orgânicos recentes quando em altas concentrações	- Espectrofotometria - Eletrodo íon seletivo - Titulometria	mg/L
Metais Pesados	Constituem a maioria dos íons dos metais do grupo B da tabela periódica.	Em concentrações elevadas apresentam alta toxicidade em relação aos organismos aquáticos. Entretanto, em níveis baixos podem apresentar-se como micro-nutrientes.	- Espectrometria de absorção atômica - Espectrofotometria - Titulometria - Eletrodos íon seletivos	mg/L, µg/L

Parâmetro	Descrição	Importância	Técnicas/instrumentos de Análise	Unidades de expressão
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo pré-determinado.	É um dos indicadores de poluição largamente utilizado.	Teste bacteriológico	mg/L
Condutividade	Indica a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água.	Pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc	Condutímetro	μS/cm
ORP (Potencial de óxido-redução)	Representa as condições de oxidação e redução do meio. Valores altos de ORP indicam o favorecimento da formação de espécies químicas oxidadas.	Serve como um indicador de poluição e da especiação química. Na presença de O ₂ dissolvido, apresentam valores elevados.	Sistema de eletrodos	mV

Fontes: - "Educação Ambiental Através da Visão Integrada de Bacias Hidrográficas via Internet", **site na internet** - (<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/principal.htm>), disponível em 01/06/2001.

- APHA, 1992.
- AWWA, 1991.
- Tchobanoglous & Burton, 1991.
- Stumm & Morgan, 1981.

6.1.4. O Índice de Qualidade de Água (IQA)

Para tornar os resultados dos parâmetros de qualidade de água acessíveis a sociedade e simplificados, pode-se utilizar o Índice de Qualidade de Água (IQA), o qual consiste em um índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation, USA, a partir de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, onde cada especialista selecionou, a seu critério, os parâmetros mais relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados.

A referida pesquisa definiu nove parâmetros mais representativos para caracterizar a qualidade das águas: coliformes fecais, DBO, fosfato total, nitrato, OD, pH, sólidos totais, temperatura da água e turbidez. A cada parâmetro foi atribuído um peso, de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo (FEAM, 1999).

Adota-se para cálculo do IQA uma fórmula multiplicativa cuja expressão é:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Sendo:

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade; e

w_i = peso atribuído ao parâmetro

As curvas médias específicas foram estabelecidas durante a enquete com os especialistas na área. A Figura 6.8 mostra um exemplo da curva média específica para a concentração de sólidos totais.

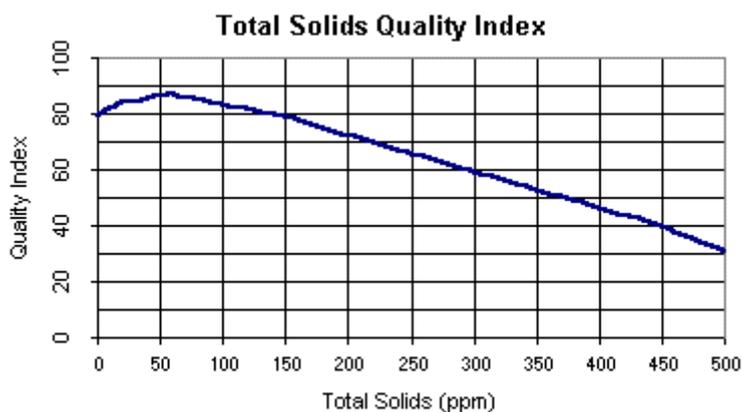


Figura 6.8. Curva média específica para a concentração de sólidos totais utilizada no cálculo do IQA (Brown *et al.*, 1970).

Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado a seguir na Tabela 6.3.

Tabela 6.3. Faixas de definição dos índices de qualidade de água (IQA) (FEAM, 1999).

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

E os pesos atribuídos aos parâmetros são os mostrados na Tabela 6.4.

Tabela 6.4. Pesos dos parâmetros para o cálculo do IQA (FEAM, 1999).

Parâmetro	Peso
Oxigênio dissolvido - OD (% Odsat)	0.17
coliformes fecais (MMP/100 ml)	0.15
pH	0.12
DBO (mg/l)	0.10
Nitratos (mgNO ₃ /L)	0.10
Fosfatos (mgPO ₄ /L)	0.10
Variação da temperatura (°C)	0.10
Turbidez (UNT)	0.08
Resíduos totais (mg/L)	0.08

6.2. Metodologia

6.2.1. Área de abrangência

6.2.1.1. Bacia do Igarapé da Fortaleza

Área: 195 km².

Extensão aproximada do canal principal: 12 km.

Localização: Entre as coordenadas 00°05'13" latitude norte e 00°03'43" latitude sul, e, entre as coordenadas 51°04'37" e 51°09'57" longitude oeste.

Em termos da localização geral, a bacia estende-se desde a foz do igarapé da Fortaleza, tendo como limites: ao sul e ao leste o rio Amazonas; ao oeste a cidade de Santana e; ao norte a região do Curiaú (Figura 6.9).

6.2.1.2. Bacia do Rio Curiaú

Área 196 km².

Extensão aproximada do canal principal: 9 km.

Localização: Entre as coordenadas: 00°14'39" e 00°05'13" latitude norte, e, entre as coordenadas 51°04'37" e 51°09'57" longitude oeste.

Em termos de localização mais geral, a bacia se estende desde a foz do rio Curiaú tendo como limites: ao sul a cidade de Macapá; ao leste o rio Amazonas; ao oeste a rodovia BR 156 e; ao norte a rodovia AP 210 (Figura 6.9).

6.2.2. Coleta e Análise das Amostras

Foram coletadas amostras de água em 16 pontos nas bacias do igarapé da Fortaleza e do rio Curiaú, pois são esses dois cursos d'água exercem grande influência nas ressacas dos municípios de Macapá e Santana, tornando imprescindível a análise das águas em pontos ao longo de seus cursos e nas ressacas (Tabela 6.5).

Os critérios para escolha dos locais levaram em consideração os seguintes aspectos:

- Locais com alta densidade de ocupação (Pontos 1, 2, 12)
- Locais com diversidade de atividades sócio-econômicas (Pontos 1, 2, 13)
- Locais utilizados para recreação (Pontos 11, 13, 15)
- Locais preservados (Pontos 14, 16, 17)
- Locais que possibilitassem a caracterização dos afluentes de canais principais (Pontos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)

As coletas foram feitas com a maré vazando para minimizar a influência do rio Amazonas. Além disso, para se verificar as possíveis diferenças que podem ocorrer com a sazonalidade climática, as coletas foram feitas no período de estiagem (dezembro de 2001 e janeiro de 2002) e no período das chuvas (junho de 2002).

Foram analisados os seguintes parâmetros: amônia, cloretos, coliformes fecais, condutividade elétrica, fosfato, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais, turbidez, sólidos totais dissolvidos, temperatura do ambiente, temperatura da água. Com a disponibilidade de alguns equipamentos portáteis algumas análises foram realizadas *in loco*, e as demais análises realizadas em laboratório.

As amostras de água analisadas para coliformes fecais foram preservadas em gelo para que as suas características fossem mantidas, não alterando no resultado final das análises.

Todas análises foram realizadas como descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1992) e os resultados foram calculados de acordo com o IQA (FEAM, 1999).

A Figura 6.10 mostra especialmente a localização dos pontos de coleta ao longo das duas bacias hidrográficas estudadas.

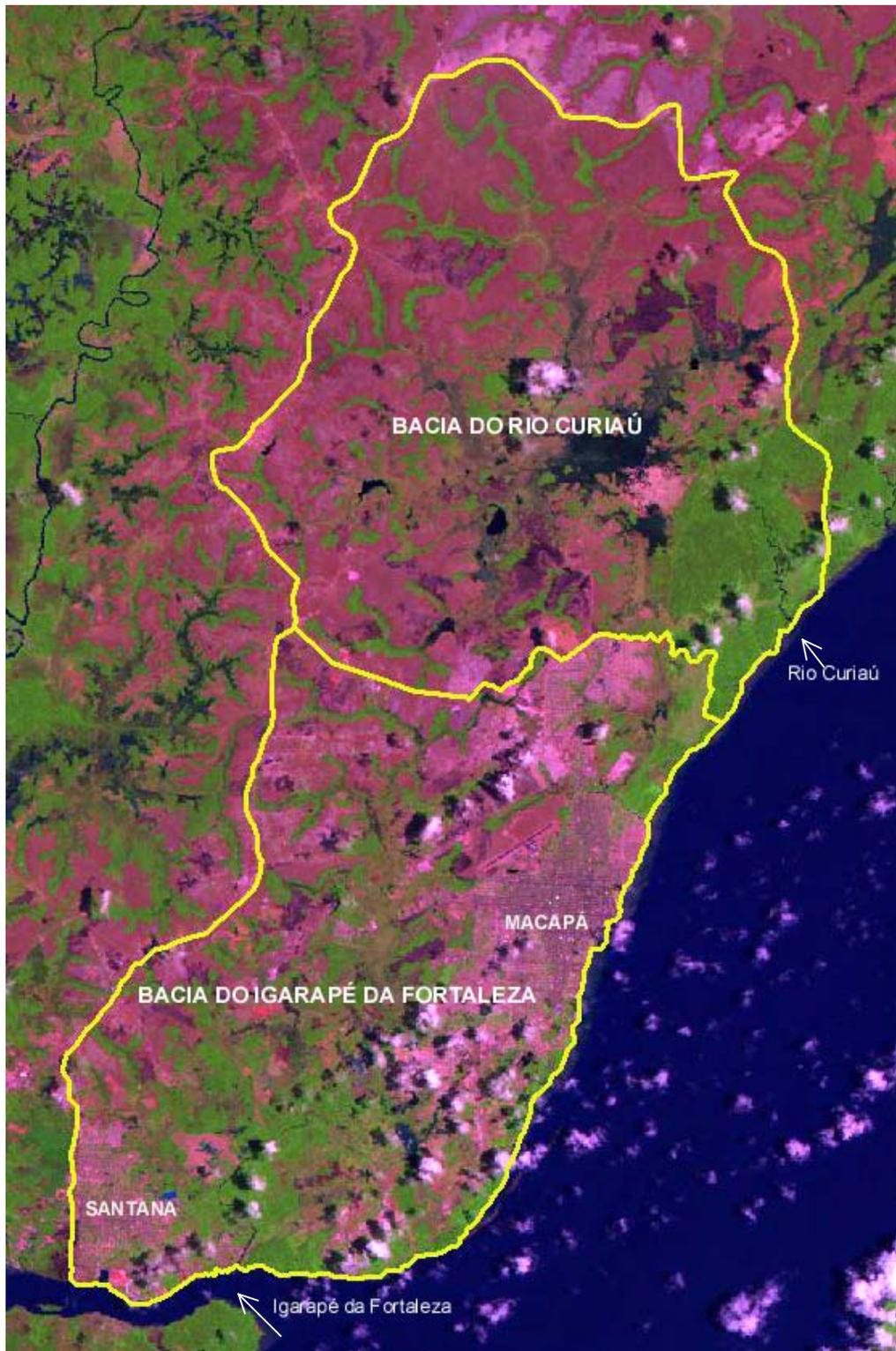


Figura 6.9. Localização da área de estudo. *Fonte:* CPAQ/IEPA.

Tabela 6.5. Coordenadas dos pontos de amostragens.

No.	LOCAIS	LATITUDE	LONGITUDE
1	Ponte Igarapé da Fortaleza	00°02'54.9" S	51°08'17.8" W
2	Ponte Igarapé da Fortaleza*	00°02'54.9" S	51°08'17.8" W
3	Ig. Fortaleza a montante do ig. Provedor	00°01'57.8" S	51°08'39.1" W
4	Igarapé Provedor	00°01'59.9" S	51°08'41.7" W
5	Balneário do Abel	00°02'23.5" S	51°09'11.9" W
6	Ig. Fortaleza a montante do ig. Davi	00°01'19.6" S	51°07'59.8" W
7	Igarapé Davi	00°01'18.4" S	51°08'01.1" W
8	Ig. Fortaleza a montante do ig. Arco	00°00'57.8" S	51°07'27.9" W
9	Igarapé Arco	00°00'36.2" S	51°07'49.7" W
10	Igarapé Arco	00°00'58.5" S	51°07'27.0" W
11	Gruta	00°00'38.7" S	51°06'11.6" W
12	Congos	00°00'38.8" N	51°05'54.8" W
13	Lagoa dos Índios	00°01'55.2" N	51°06'07.5" W
14	Curralinho	00°07'55.1" N	51°06'48.6" W
15	Ponte do rio Curiaú	00°08'45.0" N	51°02'28.6" W
16	Lagoa dos Índios/Marabaixo**	00°02'37.5" N	51°06'19.2" W
17	Término da Linha H***	00°05'26.4" N	51°07'23.4" W

*Na ponte do Igarapé da Fortaleza foram realizadas duas coletas de amostras de água no período de estiagem.

**No período de estiagem não foi possível a coleta de amostras pois o local estava seco.

*** Local não amostrado no período de estiagem.

6.3. Resultados e Discussão

6.3.1. IQA e Sazonalidade

Os resultados dos IQAs para as campanhas realizadas no período de estiagem e de chuvas estão mostrados na Figura 6.11. Em geral, o índice de qualidade de água é melhor no período de estiagem, mas todos os valores se encontram na faixa classificada como médio ou ruim. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por Cunha *et al.* (2001a,b). No período das chuvas, a degradação da qualidade da água causada pelo escoamento superficial em decorrência das águas das chuvas parece ser mais intensa. O escoamento traz todo o tipo de carga orgânica e inorgânica, incluindo nutrientes, metais pesados, microorganismos, dejetos humanos dentre outros. Isso se reflete nos três parâmetros principais que afetam a qualidade de água que são o O.D., o pH e a concentração de coliformes fecais.

O pior resultado foi constatado no ponto de coleta localizado no bairro do Congós, o qual já era esperado. Neste local existem muitas moradias e todos os dejetos e lixos são lançados diretamente na água. Além disso, recentemente (setembro de 2002) foi instalada uma tubulação de drenagem que possui um ponto de descarga nesta área.

É importante destacar que o IQA foi desenvolvido baseado em informações e dados de corpos aquáticos de outras regiões do mundo e que os valores absolutos obtidos não reflitam a realidade local. Entretanto, observando os valores dos parâmetros individualmente, percebe-se que a qualidade de água nos pontos amostrados sofre com a interferência do homem, nas diversas atividades exercidas na região. Além disso, o IQA pode ser utilizado para fins comparativos, o que pôde ser verificado neste estudo. Essa comparação pode ser estendida para os resultados obtidos pelo Programa de Monitoramento de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, que vem realizando o monitoramento dos rios da região sul do Estado desde outubro de 2000.

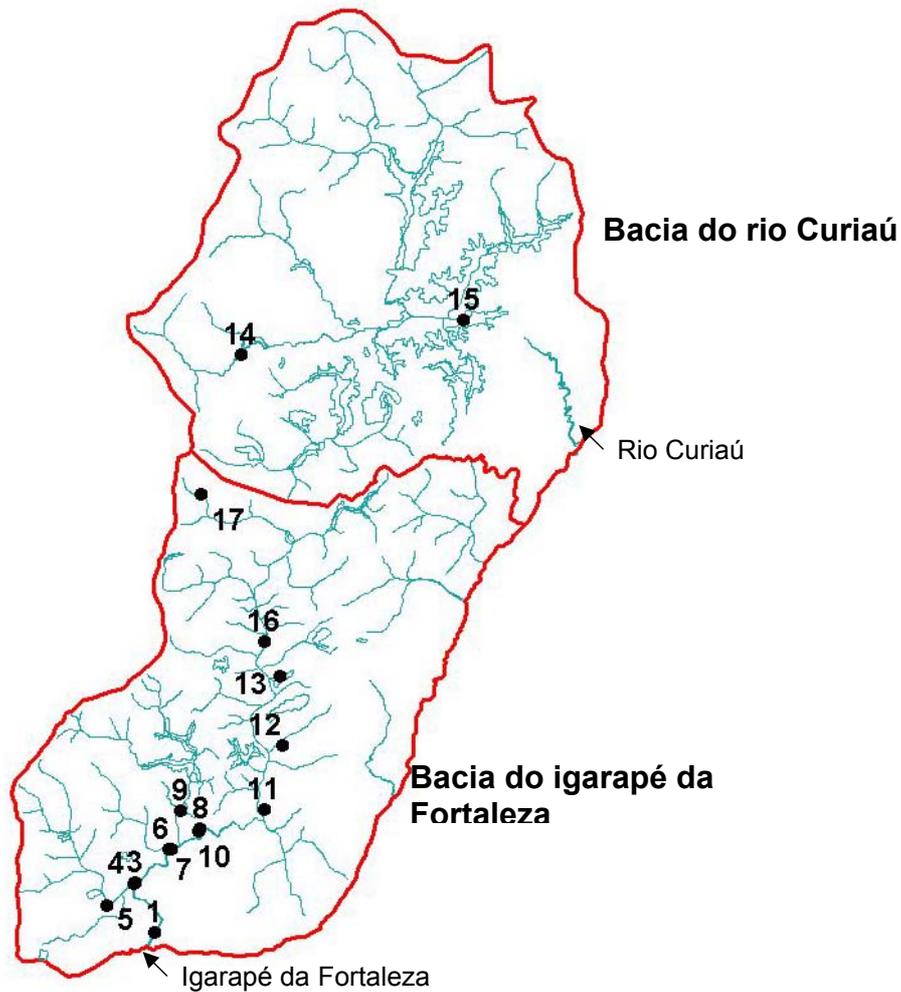
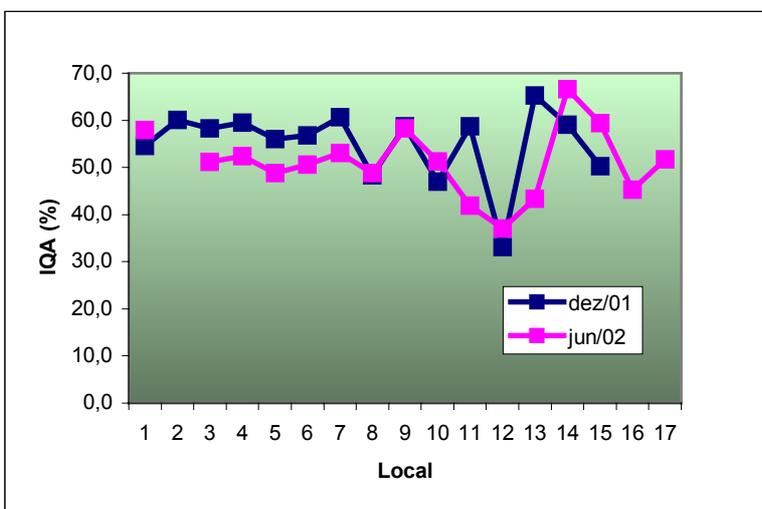


Figura 6.10. Bacias do igarapé da Fortaleza e rio Curiaú demonstrando os pontos de amostragem.



No.	LOCAIS
1	Ponte igarapé da Fortaleza
2	Ponte igarapé da Fortaleza*
3	Ig. Fortaleza a montante do ig. Provedor
4	Igarapé Provedor
5	Balneário do Abel
6	Ig. Fortaleza a montante do ig. Davi
7	Igarapé Davi
8	Ig. Fortaleza a montante do ig. Arco
9	Igarapé Arco
10	Igarapé Arco
11	Gruta
12	Congos
13	Lagoa dos Índios
14	Curralinho
15	Ponte do rio Curiaú
16	Lagoa dos Índios/Marabaixo
17	Término da Linha H

Figura 6.11. Resultados dos IQAs nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para todos os pontos de coleta de água.

6.3.1.1. Parâmetros de maior influência no IQA

O oxigênio dissolvido (O.D.) (Figura 6.12) em muitos pontos apresentou concentrações menores no período das chuvas, pois com o aumento de compostos orgânicos e nutrientes, há uma demanda maior por oxigênio dissolvido na água, pelos microorganismos aeróbios. Em muitos casos, a concentração de O.D. ficou abaixo do valor estabelecido pela Resolução CONAMA No. 20/1986 para águas de Classe 2, que é de 5 mg/L.

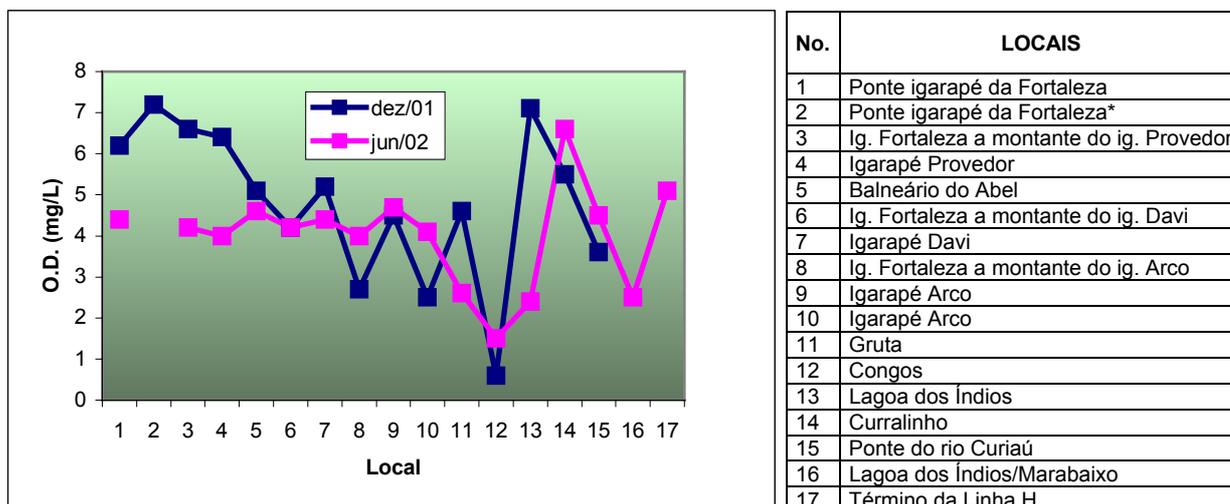


Figura 6.12. Resultados da concentração de oxigênio dissolvido (O.D.) nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para todos os pontos de coleta de água.

O pH, em todas as amostras coletadas em junho de 2002 indicou uma acidez maior neste período, como pode ser visto na Figura 6.13. Uma provável explicação é que as águas das chuvas têm caráter ácido e exercem forte influência no regime hidrológico dos corpos aquáticos da região.

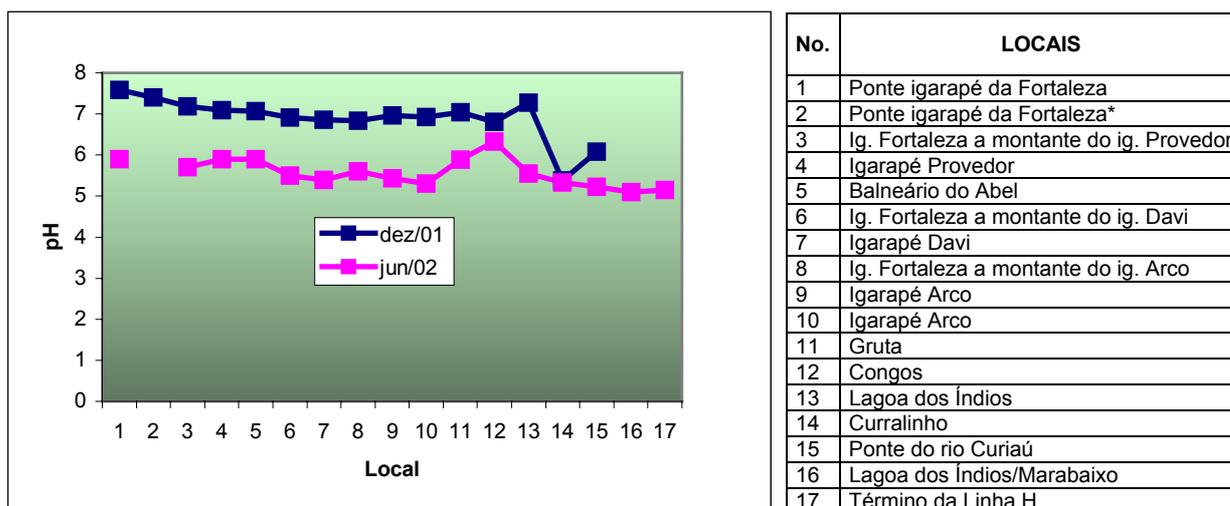
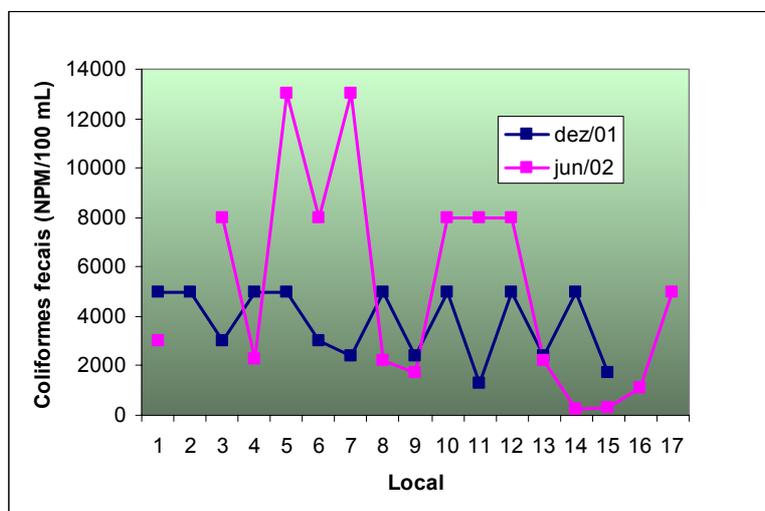


Figura 6.13. Resultados do pH nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para todos os pontos de coleta de água.

As chuvas também contribuem para o aumento de coliformes fecais (Figura 6.14), através do escoamento das águas contaminadas para os igarapés e ressacas. Apesar das maiores

concentrações ocorrerem no período das chuvas, muitas amostras apresentaram concentrações acima de 1000 NMP/100 mL, que é o limite estabelecido pela Resolução CONAMA No. 20/1986 para águas de Classe 2.



No.	LOCAIS
1	Ponte Igarapé da Fortaleza
2	Ponte Igarapé da Fortaleza*
3	Ig. Fortaleza a montante do ig. Provedor
4	Igarapé Provedor
5	Balneário do Abel
6	Ig. Fortaleza a montante do ig. Davi
7	Igarapé Davi
8	Ig. Fortaleza a montante do ig. Arco
9	Igarapé Arco
10	Igarapé Arco
11	Gruta
12	Congos
13	Lagoa dos Índios
14	Curralinho
15	Ponte do rio Curiaú
16	Lagoa dos Índios/Marabaixo
17	Término da Linha H

Figura 6.14. Resultados da concentração de coliformes fecais nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para todos os pontos de coleta de água.

Apesar da visão sobre a sazonalidade, pôde-se notar que houve uma grande diferença nos parâmetros de qualidade de água relacionada aos rios e igarapés, principalmente devido ao regime de influência das marés que periodicamente invadem as calhas desses corpos aquáticos. Por esse motivo, para melhor entendimento, foi feita uma separação entre a qualidade das águas das ressacas e águas dos rios e igarapés. Os resultados das pesquisas realizadas no Igarapé da Fortaleza estão mostrados no **Capítulo 7** deste relatório. No rio Curiaú, não foram realizadas amostragens e pretende-se iniciar estudos mais detalhados sobre a qualidade da água naquele corpo aquático.

Um importante fator a ser considerado para o estudo da qualidade da água nas ressacas é a influência da pluviosidade. Nos locais de amostragem, observou-se a diluição das espécies dissolvidas e em suspensão, causada pela entrada de água das chuvas, refletida nos resultados de sólidos totais, turbidez, nutrientes e cloretos. Também foi constatado um pH mais ácido em função da precipitação atmosférica.

O igarapé da Fortaleza, devido às suas particularidades quanto ao uso e ocupação de suas margens, teve uma piora na qualidade de água durante o período das chuvas devido, principalmente ao escoamento superficial aliado às condições hidrodinâmicas. Com o aumento do nível da água, a magnitude das áreas atingidas pelas marés torna-se maior o que incrementa o transporte de poluentes para a calha do igarapé.

6.3.2. Qualidade das águas dos Lagos/Ressacas

Os pontos de coleta de amostras localizados em áreas de ressacas ou lagos estão descritos na Tabela 6.6.

Para a apresentação dos resultados, fez-se a média aritmética dos resultados em cada campanha de coleta, ou seja, nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02).

Tabela 6.6. Pontos de amostragem localizados nas ressacas ou lagos.

No.	LOCAIS	LATITUDE	LONGITUDE
12	Congos	00°00'38.8" N	51°05'54.8" W
13	Lagoa dos Índios	00°01'55.2" N	51°06'07.5" W
14	Curralinho	00°07'55.1" N	51°06'48.6" W
15	Ponte do rio Curiaú	00°08'45.0" N	51°02'28.6" W
16	Lagoa dos Índios/Marabaixo	00°02'37.5" N	51°06'19.2" W
17	Término da Linha H	00°05'26.4" N	51°07'23.4" W

A diferença entre a temperatura da água e a temperatura do ar no período das chuvas ficou um pouco acima do que na época da estiagem (Figura 6.15). Entretanto, essa diferença não é significativa devido às pequenas variações de temperatura na região.

A condutividade e sólidos totais dissolvidos apresentaram valores mais elevados no período de ausência de chuvas, como ilustrado na Figura 6.16. Este resultado já era esperado uma vez que a redução do volume de água devido principalmente à evaporação concentra os compostos e sais solúveis na água. Isso pode ser confirmado pela alta concentração de nutrientes e cloretos, também neste período.

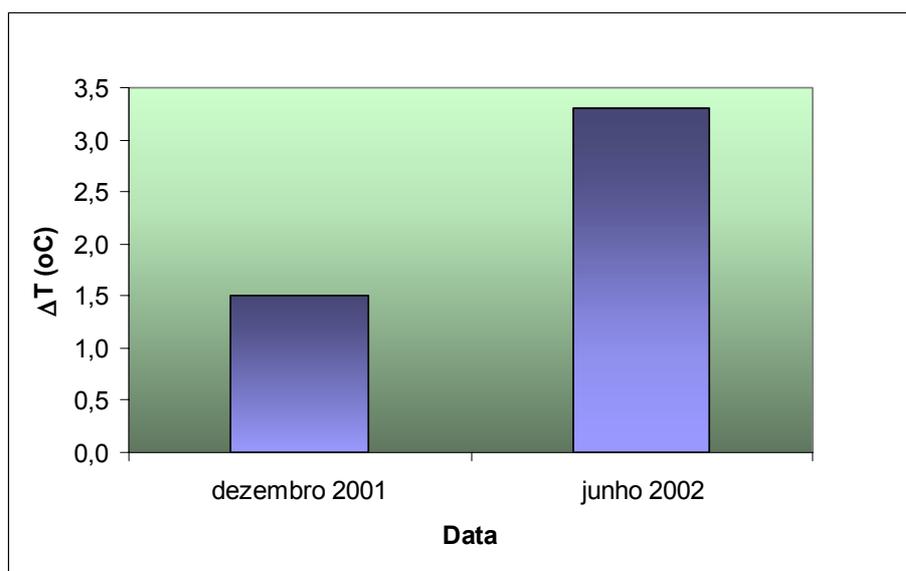


Figura 6.15. Resultados das médias da diferença entre a temperatura da água e a temperatura do ar nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

As Figuras 6.17 e 6.18 mostram, respectivamente, as médias obtidas para amônia, fosfato e nitrato e cloreto em dezembro de 2001 e junho de 2002. Especificamente quanto aos nutrientes, sabe-se que em ambientes lacustres é muito comum ocorrer o processo de denitrificação (Esteves, 1988), onde há a formação de amônia (NH_3) principalmente em locais com baixa concentração de oxigênio dissolvido. Isso explica o fato da concentração de amônia ser maior que a do nitrato (NO_3^-). A ocorrência destes compostos em concentrações acima das estabelecidas pela legislação provavelmente é causada pela interferência do homem nas áreas de ressacas. Como abordado anteriormente, o uso e ocupação das áreas de ressaca vêm se intensificando nos últimos anos.

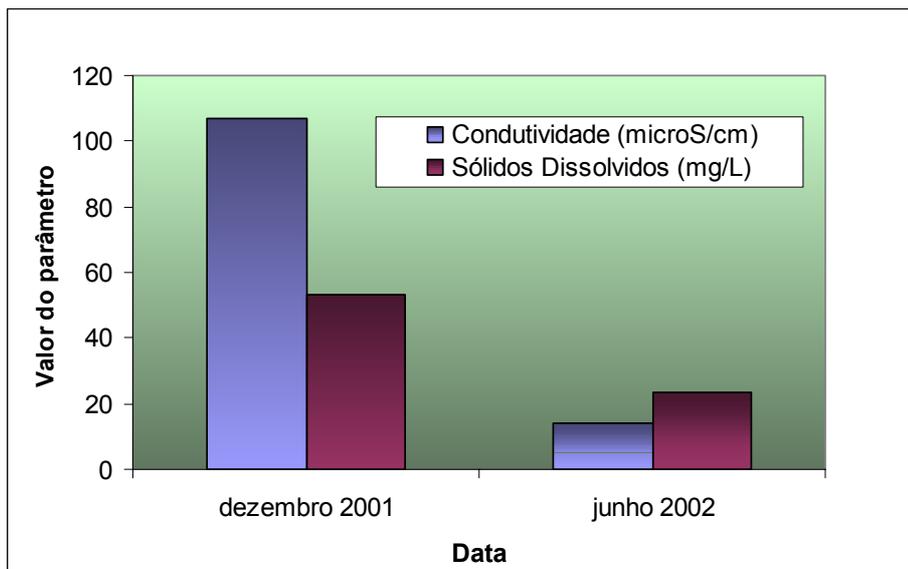


Figura 6.16. Resultados das médias de condutividade e sólidos dissolvidos nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

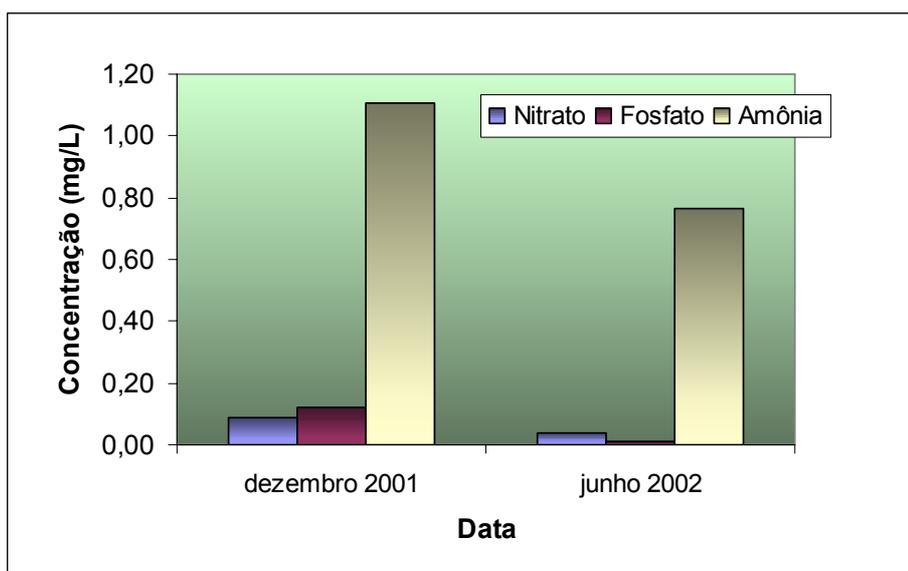


Figura 6.17. Resultados das médias de nutrientes nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

Os valores de pH medidos no período das chuvas foram mais baixos devido às águas da precipitação atmosférica serem mais ácidas. Notou-se que vários valores medidos encontram-se abaixo da faixa de valores recomendados pela Resolução CONAMA No. 20/86 ($9 \geq \text{pH} \geq 6$). Entretanto, os resultados indicam que o pH em torno de 5 corresponde a condições naturais.

O oxigênio dissolvido não variou significativamente, ficando na faixa de 4 mg/L. Entretanto, vale ressaltar que no ponto localizado no Congós, concentrações baixíssimas de O.D. foram determinadas (0,6 e 1,5 mg/L em dezembro de 2001 e junho de 2002, respectivamente). Os resultados das médias obtidas podem ser vistos na Figura 6.19. Com relação à Resolução CONAMA No. 20/86, as concentrações medidas de O.D. estão abaixo do estabelecido por esta legislação.

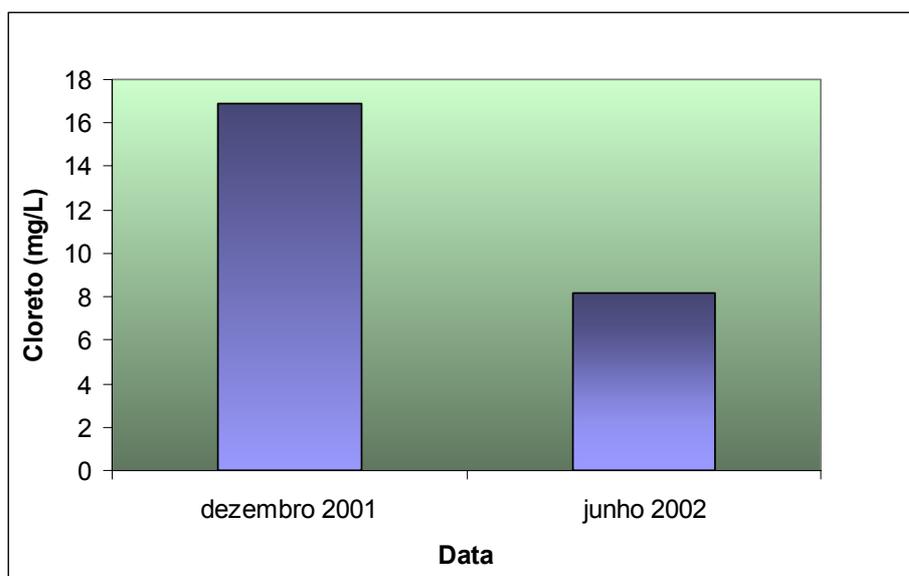


Figura 6.18. Resultados das médias de cloretos nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

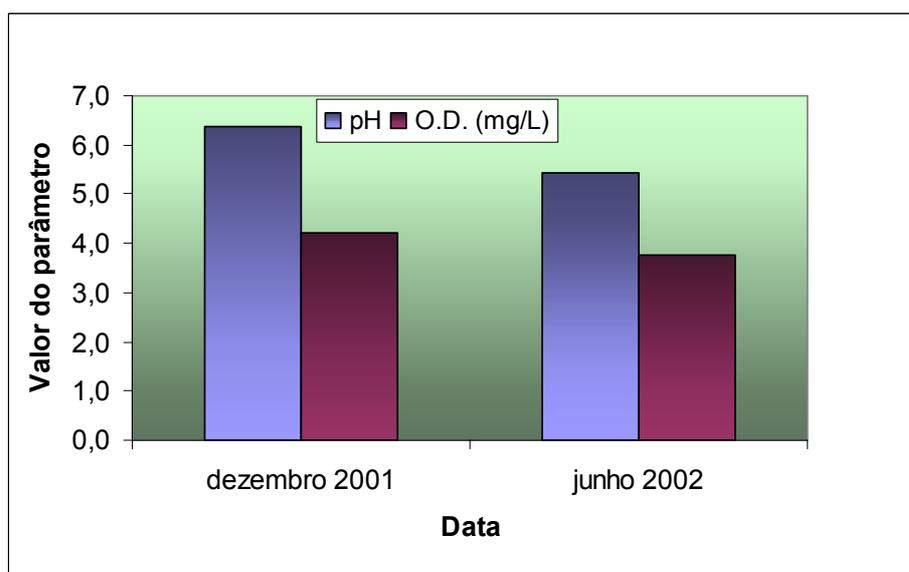


Figura 6.19. Resultados das médias de pH e O.D. nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

A Figura 6.20 mostra que a concentração de sólidos totais e a turbidez da água das ressacas foram mais elevadas no período da estiagem. Esta observação vem complementar o fato de que os componentes presentes na água, tanto os dissolvidos como o material particulado são diluídos no período das chuvas.

A concentração de coliformes fecais foi maior no período de estiagem (Figura 6.21). No período das chuvas é interessante notar que locais como o Curralinho e a Ponte do Curiaú e na Lagoa dos Índios apresentaram baixas concentrações de coliformes fecais devido a sua localização. Nestes locais, mesmo com as chuvas, a densidade de ocupação humana é pequena e nota-se a ocorrência de diluição. Em oposição, locais com acentuada ocupação humana, como no caso do Congós, mostra uma concentração de coliformes fecais maior no

período das chuvas provavelmente devido à contribuição do escoamento superficial. Nota-se que a média nos dois períodos estudados ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução CONAMA No. 20/86, que é de 1000 NMP/100 mL.

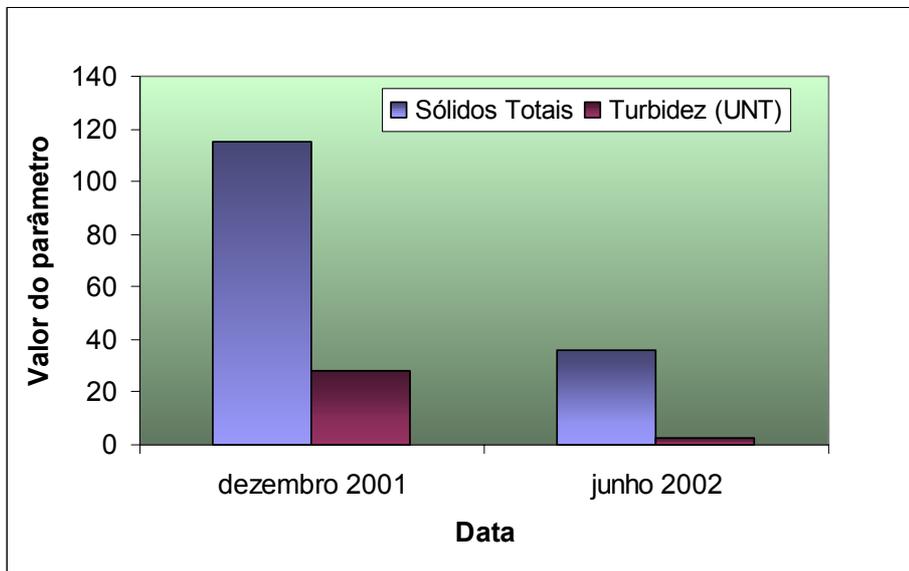


Figura 6.20. Resultados das médias de sólidos totais e turbidez nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

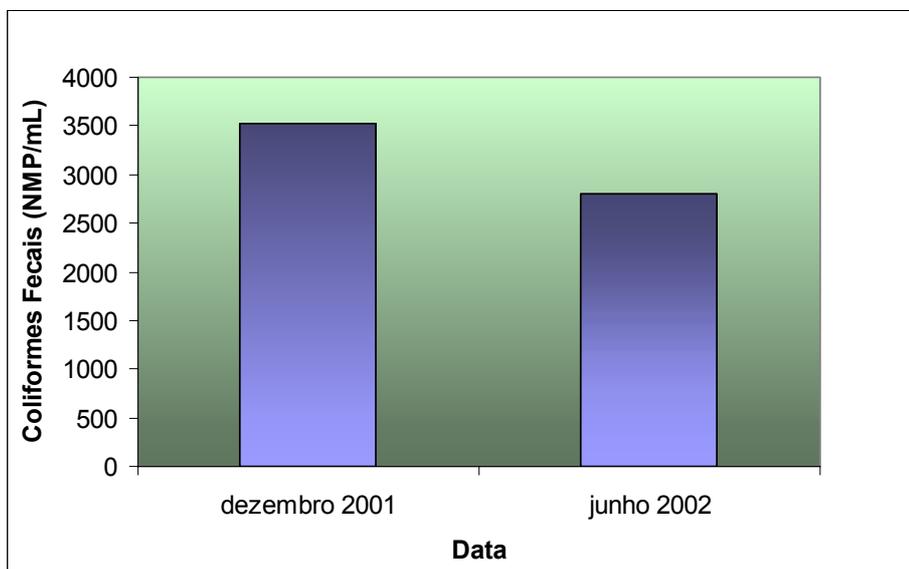


Figura 6.21. Resultados das médias de coliformes fecais nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

Com relação ao IQA, não houve diferenças significativas nas médias dos dois períodos estudados (Figura 6.22). O teste de student ou teste t não acusou diferenças entre as médias (Tabela 6.7). Entretanto, observa-se que o baixo pH e a baixa concentração de oxigênio dissolvido contribuíram para o baixo IQA no período chuvoso, enquanto que as altas concentrações de coliformes e nutrientes originaram um baixo valor do IQA no período de estiagem.

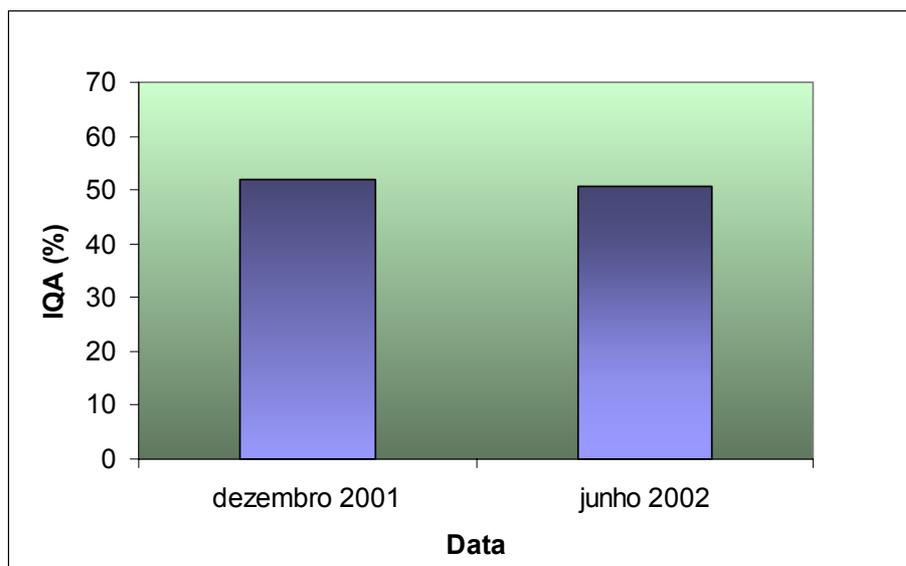


Figura 6.22. Resultados das médias de IQA nos períodos de estiagem (dez/01) e chuvas (jun/02) para os pontos de coleta de água nas ressacas.

Tabela 6.7. Resultados do Teste t para as médias do IQA nos períodos chuvoso e de estiagem.

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	Variável 1	Variável 2
Média	51,9	50,6
Variância	195,6	120,2
Observações	4	6
Variância agrupada	148,5	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	8	
Stat t	0,17	
P(T<=t) uni-caudal	0,44	
t crítico uni-caudal	1,86	
P(T<=t) bi-caudal	0,87	
t crítico bi-caudal	2,31	

É importante mencionar que o IQA talvez não reflita desvios com relação às características do ambiente natural. Através dos resultados obtidos, observa-se que o comportamento sazonal nos valores de alguns parâmetros seja em função de mudanças no clima, pluviosidade e da hidrodinâmica das áreas de ressacas. Portanto, é necessário rever o conceito do modelo do IQA para possíveis adaptações. Entretanto, em locais com alta densidade de ocupação humana pôde-se notar que o IQA serviu para indicar a deteriorização da qualidade da água nesses locais, tendo o Congos como exemplo.

6.4. Considerações Finais

A água tem tornado-se uma das grandes preocupações da humanidade nas últimas décadas. Várias medidas foram tomadas desde a conferência ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 – ECO 92, como a criação da Agencia Nacional de Águas, que é o órgão responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos. Na legislação que ficou conhecida

como a Lei das Águas, os rios tanto podem ser de domínio da União quanto dos Estados (ANA, 1997).

A Lei Estadual nº 0686 de 07 de junho de 2002, nos incisos I, II, III, IV e V do artigo 2º evidencia a importância de que a água é um recurso natural limitado e possui valor econômico. Além disso, várias diretrizes foram estabelecidas a partir desta lei, a fim de que o gerenciamento deste recurso possa ser feito sem prejuízos a natureza e a sociedade. Isso demonstra o quanto o gerenciamento e o melhor aproveitamento dos recursos hídricos torna-se a cada momento prioridade para qualquer planejamento que se faça em relação ao desenvolvimento e qualidade de vida da população.

As águas das ressacas representam um recurso natural que é alimentado por rios e afluentes do rio Amazonas e pelas águas das chuvas, e, portanto, a poluição mesmo que pontual pode comprometer o recurso hídrico, não isoladamente, mas toda a qualidade da água da bacia hidrográfica. Além disso, existe também a possibilidade da contaminação dos lençóis freáticos.

Não se pode negar que o acúmulo de lixo doméstico, excrementos de animais e fezes humanas em locais densamente ocupados são responsáveis pela descaracterização natural da água. As espécies de animais que encontram nesse tipo de ambiente o local propício a reprodução a da vida passam a ter essa condição natural ameaçada.

O trabalho de análise de diversos parâmetros referentes à qualidade da água demonstrou é possível se ter idéia da integridade do ambiente das ressacas. E mais, qualquer ação para a tentativa de recuperação dessas áreas pode ser monitorada através do acompanhamento da qualidade da água.

Adicionalmente, foi possível destacar alguns pontos importantes levantados neste trabalho:

- 1) Os IQAs - médio e ruim – talvez não reflitam a realidade local, mas podem ser utilizados comparativamente para diagnosticar a qualidade da água dos locais amostrados.
- 2) O pior caso em termos de qualidade de água foi observado no bairro do Congós, devido à alta densidade de ocupação da área de ressaca. Esta área pode ser vista como representativa de outros locais densamente ocupados.
- 3) O estudo do comportamento da qualidade de água de acordo com a sazonalidade mostrou um IQA melhor no período de estiagem, influenciado principalmente pelos parâmetros concentração de oxigênio dissolvido, pH e coliformes fecais.
- 4) Vários parâmetros tiveram valores além dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA No. 20/86 para águas de Classe 2 (ver Tabela 6.1).

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC, 1992.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Water quality and treatment – a handbook of community water supplies**. 4 ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1991.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária**. 3ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

BROWN, R.M. et al. A water quality index – do we dare?. **Water and sewage works**, Out.1970.

CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo: Edgard Blücher / FAPESP, 1994.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução 20/86. In:_____. **Resoluções do CONAMA – 1984/1991**. 4.ed. rev. e aum. Brasília: IBAMA, 1992.

CUNHA, A.C. ; CUNHA, H.F.A. ; SIQUEIRA, E.Q. Diffuse pollution survey in rivers of southeast of Amapá State – Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIFFUSE/NONPOINT POLLUTION AND WATERSHED MANAGEMENT, 5., 2001, Milwaukee, Wisconsin-EUA , **Proceedings...**, Milwaukee, Wisconsin –EUA. 1 cd-rom.

CUNHA, A.C ; CUNHA, H.F.A. Approaches to evaluation of self-purification in estuarine rivers of Southeast of Amapá State - Brazil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 8., 2001, Mariluz, Imbé, **Proceedings...**, Mariluz, Imbé: ABEQUA, 2001. p.14-20.

CUNHA, A.C. **Monitoramento, parâmetros e modelos de qualidade de água.** Macapá, 2001.

EDUCAÇÃO ambiental através da visão integrada de bacias hidrográficas. Disponível em: <http://www.educar.sc.usp.br/biologia/procienciaa/principal.htm>. Acesso em 01/06/2001.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**, Rio de Janeiro: Interciência, 1988.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Relatório de qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais em 1998.** Belo Horizonte, 1999.

LANDWEHR, J.M. ; DEININGER, R.A. A comparison of several water indexes. **Journal of Water Pollution Control Federation**, v. 48, n.5, p. 954-958. 1976.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do Rio Jacaré-Pepira (47° 55' - 48° 55' W; 22° 30' - 21° 55' S - Brasil). Qualidade da água do Rio Principal. **Ciência & Cultura**, v.39, n.2, p.164-185. 1987.

QUALIDADE ambiental dos recursos hídricos da região sul do Estado do Amapá em 2000. Macapá: SEMA, 2001. 59p.

SILVA, A.Q. Aspectos da ocupação das áreas urbanas de Macapá e Santana. In: WORKSHOP ECOLAB. 5., 2000, Macapá. **Resumos...**, Macapá, 2000. p.49-52.

STUMM, W. ; MORGAN, J.J. **Aquatic chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters.** 2 ed. Wiley-Interscience Pub, 1981. 780p.

TCHOBANOGLOUS, G. ; BURTON, F.L. **Wastewater Engineering. Treatment, disposal and reuse.** 3 ed. Nova Iorque, EUA: McGraw-Hill ,1991.1334p.

Anexo 6.1. Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água e IQA

Nº	Local	Latitude	Longitude	Data	Horário	Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	pH	O. D. (mg/l)	Turbidez (NTU)	C.E. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ST (mg/L)	CF (NMP/100mL)	NH3 (mg/L)	N03 (mg/L)	P (mg/L)	Cl (mg/L)	IQA	
1	P. Ig. - or.	00°02'54.4" S	51°08'17.8" W	27/12/2001	14:10	34	30	7,59	6,2	76,7	93,6	46,8	18E	5000	0,31	0,0	0,09	8,0	54,8	
2	P. Ig. - or.	00°02'54.9" S	51°08'17.8" W	7/12/2002	13:49	27	27	7,40	7,2	54,3	71,0	36,2	14E	5000	0,13	0,04	0,08	5,0	80,1	
3	Ig. Fort. a mont. do Ig. Prov.	00°01'57.8" S	51°08'59.1" W	7/12/2002	13:18	31	28	7,18	6,6	66,3	71,2	35,6	12E	3000	0,11	0,24	0,08	5,5	86,3	
4	Ig. Provecor	00°01'59.9" S	51°00'41.7" W	7/12/2002	13:05	30	20	7,09	6,4	74,1	71,7	35,9	14E	5000	0,00	0,00	0,07	6,0	59,7	
5	Ba. Abel	00°02'23.5" S	51°09'11.9" W	27/12/2001	14:50	33	30	7,06	5,1	62,3	73,4	36,7	16E	5000	0,00	0,7	0,11	8,0	66,7	
6	Ig. Fort. a mont. do Ig. Davi	00°01'19.6" S	51°07'59.8" W	7/12/2002	12:46	28	27	6,91	4,2	47,2	72,6	36,3	8E	3000	1,23	0,06	0,08	6,5	56,8	
7	Ig. Davi	00°01'18.4" S	51°08'11.1" W	7/12/2002	12:34	27	26	6,86	5,2	46,1	72,9	36,8	11E	2400	1,32	0,08	0,16	6,5	60,8	
8	Ig. Fort. a mont. do g. Arco	00°00'57.8" S	51°07'27.9" W	7/12/2002	12:14	29	27	6,83	2,7	46,4	72,6	36,3	12E	5000	0,21	0,2	0,08	7,0	48,4	
9	Ig. Arco	00°00'36.2" S	51°07'49.7" W	27/12/2001	15:45	33	30	6,96	4,5	16,5	84,0	42,7	94	2400	0,24	0,04	0,12	10,5	58,8	
10	Ig. Arco	00°00'58.5" S	51°07'27.0" W	7/12/2002	11:58	28	26	6,92	2,5	43,6	73,9	36,9	15E	5000	0,23	0,05	0,07	8,0	47,7	
11	Gruta	00°00'38.7" S	51°06'11.6" W	27/12/2001	18:10	31	29	7,04	4,6	11,2	116,3	57,9	142	1300	0,93	0,08	0,14	18,0	58,7	
12	Congos	00°00'38.8" S	51°05'54.8" W	27/12/2001	17:36	32	30	6,81	0,6	7,2	261,3	130,2	224	2400	2,60	0,00	0,40	30,0	33,1	
13	Ig. Indios	00°01'55.2" S	51°06'17.5" W	27/12/2001	6:55	34	35	7,28	7,1	44,1	101,3	50,8	17E	2400	0,68	0,00	0,03	25,5	65,2	
14	Currallinho	00°07'55.1" S	51°06'48.6" W	7/12/2002	15:00	20	28	6,38	5,5	3,98	21,1	10,5	10	5000	0,52	0,24	0,02	5,0	50,1	
15	Ponte Curitiba	00°08'45.0" S	51°02'28.6" W	7/12/2002	15:15	31	27	6,08	3,6	69,3	43,7	21,7	48	1700	0,22	0,1	0,03	7,0	60,2	
Nº	Local	Latitude	Longitude	Data	Horário	Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	pH	O. D. (mg/L)	Turbidez (NTU)	C.F. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ST (mg/L)	CF (NMP/100mL)	NH3 (mg/L)	N03 (mg/L)	P (mg/L)	Cl (mg/L)	D.Q.O (mg/L)	IQA
1	P. Ig. - or.	00°02'54.4" S	51°08'17.8" W	14/E/2002	11:50	28	28,0	6,90	4,4	51,2	37,3	37,3	88	3.000	0,49	0,6	0,13	9,0	0	57,9
3	Ig. Fort. a mont. do Ig. Prov.	00°01'57.8" S	51°08'59.1" W	14/E/2002	11:36	30	27,2	6,70	4,2	46,5	37,7	65,3	11E	8.000	0,41	0,07	0,00	9,0	0	51,2
4	Ig. Provecor	00°01'59.9" S	51°08'41.7" W	14/E/2002	11:28	30	27,0	6,90	4,0	44,7	37,6	32,7	124	2.300	0,63	0,04	0,01	7,0	0	52,4
5	Ba. Abel	00°02'23.5" S	51°09'11.9" W	15/E/2002	10:00	30	27,0	6,90	4,6	42,6	59,9	16,7	96	13.000	0,74	0,00	0,01	10,0	0	48,8
6	Ig. Fort. a mont. do Ig. Davi	00°01'19.6" S	51°07'59.8" W	14/E/2002	11:16	30	27,0	6,50	4,2	39,4	27,7	11,3	92	8.000	0,45	0,03	0,00	9,0	0	50,6
7	Ig. Davi	00°01'18.4" S	51°08'11.1" W	14/E/2002	11:07	28	26,1	6,40	4,4	17,5	11,3	6,7	66	13.000	0,56	0,00	0,01	9,0	0	53,0
8	Ig. Fort. a mont. do g. Arco	00°00'57.8" S	51°07'27.9" W	14/E/2002	10:50	29	27,0	6,60	4,0	36,5	29,9	50,7	104	2.200	0,61	0,00	0,01	8,0	0	48,8
9	Ig. Arco	00°00'36.2" S	51°07'49.7" W	15/E/2002	11:25	29	28,1	6,43	4,7	13,8	5,5	4,7	40	1.700	0,39	0,03	0,00	6,0	0	56,3
10	Ig. Arco	00°00'58.5" S	51°07'27.0" W	14/E/2002	10:52	29	27,1	6,90	4,1	22,8	8,1	35,3	10E	8.000	0,49	0,01	0,00	8,0	0	51,2
11	Gruta	00°00'38.7" S	51°06'11.6" W	15/E/2002	15:30	37	38,7	6,89	2,6	13,2	7,0	160,7	232	8.000	0,65	0,01	0,00	8,0	15	41,8
12	Congos	00°00'38.8" S	51°05'54.8" W	15/E/2002	15:00	34	38,7	6,33	1,5	6,47	46,6	6,7	26	8.000	2,69	0,00	0,04	15,0	8	37,0
13	Ig. Indios	00°01'55.2" S	51°06'17.5" W	15/E/2002	12:00	31	28,9	6,55	2,4	2,3	11,2	12	2.200	0,40	0,00	0,02	8,0	4	43,4	
14	Currallinho	00°07'55.1" S	51°06'48.6" W	15/E/2002	13:45	34	31,3	6,73	6,6	6,73	4,0	26,7	30	220	0,52	0,00	0,00	7,0	0	66,6
15	Ponte Curitiba	00°08'45.0" S	51°02'28.6" W	15/E/2002	14:22	33	30,0	6,22	4,5	1,59	3,6	6,0	20	300	0,39	0,2	0,00	6,0	0	59,4
16	Ig. Indios/ Marabaixo	00°02'37.5" S	51°06'19.2" W	15/E/2002	12:30	33	29,0	6,09	2,5	1,1	5,3	46,7	62	1.100	0,36	0,00	0,00	7,0	4	45,3
17	Termino ca linha H	00°05'26.4" N	51°07'23.4" W	15/E/2002	13:05	32	29,3	6,16	5,1	3,84	3,6	30,0	64	6.000	0,24	0,00	0,00	6,0	0	51,7