

ANÁLISE AMBIENTAL DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO PACOTI – CEARÁ

Environmental analysis of the conservation status of the lower Pacoti River, Ceará State

Ana Beatriz Jucá de Queiroz Fiuza¹, Loreci Gislaíne de Oliveira LeHugeur², Bruno Jucá Queiroz³

RESUMO

As atividades industriais e imobiliárias têm causado danos à qualidade ambiental de rios, principalmente àqueles urbanos. O impacto ambiental mais danoso sofrido pelos rios urbanos é a poluição e/ou contaminação provocada pelo despejo de esgotos não tratados. O esgoto não tratado, além de degradar a qualidade da água do Rio Pacoti, prejudica as populações locais. O Rio Pacoti é o maior dos cursos hídricos que atravessam a RMF. Seu curso banha nove Municípios, estando sua desembocadura localizada em Aquiraz. Dentre os Municípios localizados no curso do Pacoti, o índice de saneamento básico é particularmente baixo. O objetivo geral da pesquisa foi analisar o estado de conservação do baixo curso do Rio Pacoti, realizado através do cumprimento dos seguintes objetivos específicos: avaliar a balneabilidade; caracterizar o uso e ocupação da terra no perímetro do baixo curso do rio e identificar os principais alterações e impactos ambientais causados pelo lançamento de efluentes no Rio Pacoti. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa e descritiva, com procedimentos envolvendo pesquisa bibliográfica, experimental e de campo. Através da pesquisa realizada concluiu-se que o lançamento de efluentes provenientes das atividades industrial e imobiliária instaladas no Município de Aquiraz causa a degradação da qualidade da água impactando negativamente na vida selvagem, na vegetação e na qualidade de vida das populações tradicionais que necessitam do rio para sobreviver.

Palavras-chaves: análise ambiental, conservação, efluentes, Rio Pacoti.

ABSTRACT

One of the main environmental problems of Ceara's State is the coastal ecosystems' degradation. The industrial and real estate activities have been causing damages to the environmental quality of rivers, mainly to the urban ones. The pollution and/or contamination provoked by non-treated sewage discharges are the most harmful environmental impact suffered by urban rivers. The non-treated sewage degrades the River Pacoti's water quality and also harms the local communities. The Pacoti River runs across nine counties before its final draining at Aquiraz coasts, being the largest water stream that crosses Metropolitan Fortaleza. The percentage of basic sanitation among those counties is particularly low. The general objective of this research was to analyze the state of conservation of River Pacoti's final section, accomplished through the execution of the following specific objectives: evaluate the water quality; characterize the use and occupation of the space; and identify the main environmental impacts caused by the effluents discharge. For that, a qualitative and descriptive research was conducted involving bibliographical, experimental and field surveys. Through the research it was concluded that the sewage released from industrial and real estate activities installed within Aquiraz County may cause water quality degradation impacting over the wild life, the vegetation and the life quality of the traditional populations that depend on the river's resources to survive.

Key words: environmental analysis, conservation, effluents, Pacoti River.

¹ Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). E-mail: beatriz_queiroz_fiuza@hotmail.com

² Docente do Departamento de Geologia (UFC). E-mail: lehugeur@secrel.com.br

³ Discente do Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará. E-mail: brunojucah@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Como conseqüência do crescimento da população mundial, o aumento da produção rural e industrial tem intensificado o consumo de água nas últimas décadas, acirrando disputas pelo uso de fontes e mananciais.

A zona costeira cearense detém grande parte das indústrias instaladas no Ceará, as quais causam impactos ambientais em função do processo de ocupação do solo, pois o desenvolvimento do setor produtivo no Brasil está baseado no acelerado consumo e degradação de recursos naturais.

A poluição da água é conseqüência do lançamento de matéria ou energia, com intensidade, quantidade, concentração ou características discordantes dos padrões de qualidade ambiental estabelecidos em legislação, prejudicando seus usos preponderantes (Derisio, 1992).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2001), a poluição de aquíferos, lagoas, lagunas, planícies fluviomarinhas e estuários na zona costeira é um problema ambiental para os ecossistemas aquáticos.

O Rio Pacoti, um importante recurso hídrico do Ceará, está localizado na costa leste do Estado e é também um dos maiores cursos d'água que atravessam a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Sua nascente localiza-se na vertente-oriental da Serra de Baturité, percorrendo cerca de 150 km até desembocar no mar.

Este recurso hídrico vital, mesmo protegido por lei, vem sendo receptor de efluentes domésticos e industriais não tratados que podem causar sua poluição.

Localização e características da área estudada

A área estudada corresponde ao baixo curso do Rio Pacoti, localizado no município de Aquiraz, estado do Ceará, abrangendo uma seção de 9 km, entre a desembocadura e perímetro do rio seguindo sentido sul-norte (Figura 1).

Seu curso tem cerca de 112,5 km com uma área aproximada de 1.257 km² e abastece a RMF através do Açude Pacoti - Riachão (Nascimento, 2003). Suas nascentes estão

localizadas no Maciço de Baturité, entre os Municípios de Pacoti e Guaramiranga, na latitude 4°12'S e longitude 38°54'W aproximadamente na cota 850 m e sua foz localiza-se no município de Aquiraz na faixa costeira delimitada pelas coordenadas geográficas 3°49'54'05"S e 38°23'28"W.

O Pacoti banha os Municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajús, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz (IPLANCE, 2002), compondo, juntamente com os rios Ceará e Cocó, a bacia metropolitana. Sua bacia é composta por vários rios e seus tributários, comportando doze açudes públicos com capacidade de armazenamento de 1 bilhão de m³/ano (COGERH, 2002). Dentre os afluentes do Pacoti destacam-se os riachos Baú, Água Verde e em seu baixo curso o Rio Jacundá.

Em função do volume hídrico, os mais importantes rios da bacia metropolitana são o Cocó, Ceará e Pacoti. Dentre eles, o Pacoti é o principal representante dos recursos hídricos da área (Oliveira, 1993), pois sua oferta potencial de água do rio chega a 200,50 (10⁶ m³/ano) (Tabela 5), tornando-o o maior rio em volume de água da bacia metropolitana (COGERH, 2002).

O Rio Pacoti é barrado pelo açude homônimo, que abastece Fortaleza, Horizonte, Pacajús e Choro-

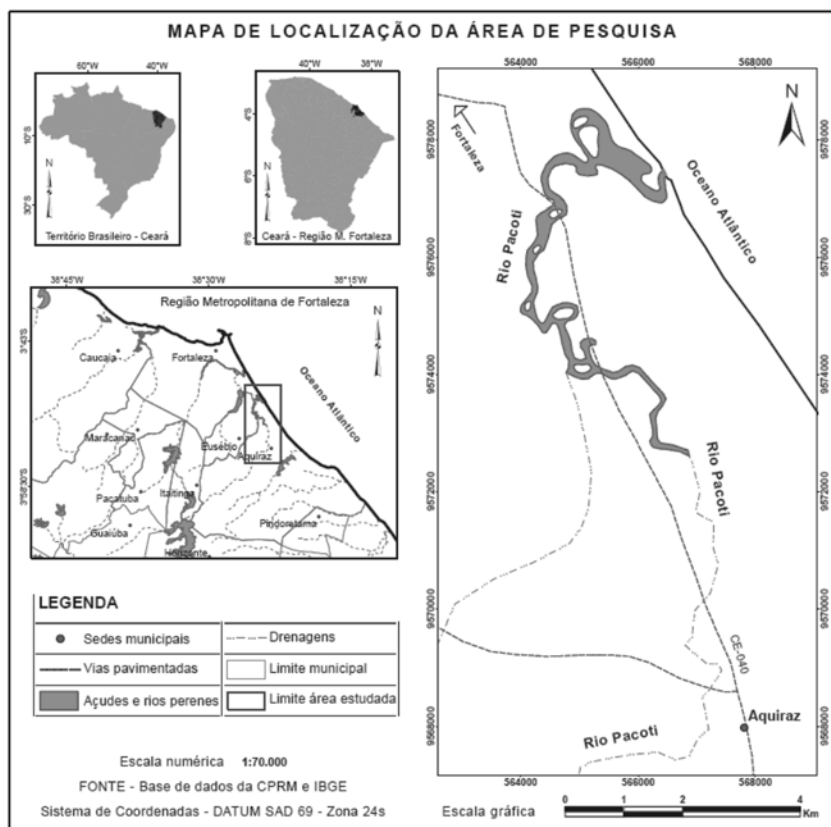


Figura 1 - Localização geográfica da área estudada.

zinho (Cavalcante, 1998). O açude, localizado no município de Horizonte, foi concluído em 1981 e tem capacidade de armazenamento de 380 milhões de m³, isto é, cerca 75% do total da capacidade do sistema integrado de abastecimento de água composto pelos açudes Pacoti, Riachão e Gavião.

METODOLOGIA

Para compor o referencial teórico foi realizada revisão bibliográfica que abrangeu a análise ambiental dos recursos hídricos e a gestão ambiental.

Após a pesquisa bibliográfica, seguiu-se a pesquisa de campo desenvolvida em três fases principais: escolha do universo da pesquisa, delimitação da amostra e uso de instrumentos de coleta de dados. O universo da pesquisa foi demarcado no baixo curso do Rio Pacoti e a coleta das amostras foi delimitada por três pontos na calha do rio.

Os pontos de coleta de água (P) para análises físico-químicas foram escolhidos com base nos seguintes critérios: proximidade de malha urbana e inserção no baixo curso do rio por apresentar os efeitos cumulativos dos poluentes lançados em todo o seu curso. A Tabela I apresenta os pontos de coleta georreferenciados que foram determinados por meio de observação ao longo do baixo curso do Rio Pacoti.

Tabela I - Pontos de coleta de água no baixo curso do Rio Pacoti.

Pontos amostrados	Latitude	Longitude	Elevação (m)
1	03° 50' 35,4"S	38° 25' 23,9"W	55,11
2	03° 54' 35,6"S	38° 23' 74,9"W	10,56
3	04° 01' 091"S	38° 31' 12,5"W	27,39

Em seguida, prosseguiu-se à pesquisa de campo para coletar amostras de água *in loco* e comparar aos dados da pesquisa bibliográfica, com exatidão, às características aos recursos hídricos da área. As coletas foram realizadas em período de maré baixa, onde ocorre diminuição do aporte de água salgada.

Além da coleta de água, esses trabalhos envolveram o registro iconográfico de atividades antrópicas no perímetro do rio.

A primeira coleta se em maio de 2004, em período chuvoso, e a segunda coleta ocorreu no em janeiro de 2005, período de estiagem. Partindo da premissa da situação de contaminação do rio por efluentes, em função da diminuição do volume hídrico, a influência destes seria maior durante o período seco do que no período chuvoso do ano.

A técnica de amostragem não probabilística foi escolhida por se adequar melhor à pesquisa cuja natureza do objetivo é descritiva e laboratorial, estando a seleção das unidades amostrais a cargo da pesquisadora (Malhotra, 2001).

Tabela II - Métodos de análise das amostras de água.

Parâmetro Analisado	Método Utilizado	Tempo máximo entre a amostra e a análise
Amônia	Método de Nessler	1 a 7 dias
Nitrito	Colorimétrico	1 a 7 dias
Nitrato	Método de Rodier - Salicilato	1 a 7 dias
Fosfato	Método do ácido ascórbico - colorimétrico	1 a 7 dias
Odor	-	-
Turbidez	Nefelométrico	24 horas
Cor	Espectro fotométrico	6 horas
Sólidos Suspensos	Gravimétrico	24 horas
pH ¹	Método eletrométrico	O mais breve possível
Dureza	EDTA - Titrimétrico	24 horas
Condutividade Elétrica	Método eletrométrico	24 horas
DQO ²	Colorimétrico	6 horas
DBO ³	Iodométrico	6 horas
Cloreto	Argentimétrico	24 horas
OD ⁴	Iodométrico	O mais breve possível
Coliformes Termotolerantes	Número Mais Provável	O mais breve possível

Fonte: Derisio (1992), APHA (1995), LABOSAN (2004).

¹ pH (Potencial Hidrogeniônico)

² DQO (Demanda Química de Oxigênio)

³ DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

⁴ OD (Oxigênio Dissolvido)

As análises das amostras foram especificadas com base no questionamento sobre o estado de conservação do rio.

O material laboratorial, para cada ponto, foi composto de: 1 garrafa de polietileno tereftalato (2 litros); 1 frasco de vidro para oxigênio dissolvido (300 ml); 1 ml de sulfato de manganês; 1 ml de azida e duas pipetas de vidro.

Os procedimentos de coleta envolveram: minimização do contato entre a superfície interna do recipiente e o local de amostragem; coleta a uma profundidade média de 10 cm da superfície; abertura dos recipientes apenas no momento da coleta; lacre dos recipientes imediatamente após a coleta; identificação de cada recipiente antes da coleta com as seguintes informações: ponto de amostragem, local, data e horário da coleta; transporte do material em ambiente refrigerado a 4°C e manutenção de no máximo 5 horas entre o momento da coleta e a entrega das amostras para análise.

As amostras de água coletadas em campo foram analisadas pelo LABOSAN (Laboratório de Saneamento Ambiental) considerando as características e propriedades químicas próprias de cada parâmetro. Após o recebimento dos laudos emitidos pelo mesmo, procedeu-se a análise comparativa, correlacionando os resultados laboratoriais obtidos aos parâmetros de balneabilidade estabelecidos para os corpos hídricos Classe II pelas Resoluções do CONAMA 020/ 1986 e 274/2000.

Foram analisados quinze parâmetros dentre nutrientes, indicadores físicos, químicos e microbiológicos (Tabela II), de acordo com a metodologia APHA (1995).

Caracteriza-se a técnica de coleta e análise de dados condizentes com o estudo qualitativo, seguindo-se a condensação dos resultados em dados quantitativos. A conjugação de ambos serviu para reforçar a conclusão e o principal conteúdo da análise dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela III apresenta os resultados das análises de água nos pontos especificados na metodologia.

Indicadores Químicos

Amônia (NH₃)

Em geral, a Amônia encontra-se presente em pequenas quantidades em águas potáveis, águas em estado natural ou água de subsolo. Todo tipo de matéria orgânica nos rios (resto de plantas, peixes mortos, esgoto doméstico) transforma-se em Amônia. A Amônia é altamente tóxica para a fauna aquática, no entanto, a atividade bacteriana pode transformar a Amônia em Nitrito, substância menos tóxica, mas ainda assim perigosa.

O íon amônio é muito importante para os organismos produtores, especialmente porque sua ab-

Tabela III - Resultados das análises das amostras.

Parâmetros	1ª. Coleta (Maio/ 2004)			2ª. Coleta (Janeiro/ 2005)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Indicadores Químicos						
Amônia (mg/L)	5,088	6,195	6,155	0,28	0,42	0,56
Nitrito (mg/L)	0,000	0,030	0,028	ND	ND	ND
Nitrato (mg/L)	ND	0,0045	ND	2,89	1,21	0,18
Fosfato (mg/L)	ND	0,006	0,697	ND	ND	1,78
pH	8,27	7,84	9,38	8,64	8,69	9,76
Dureza (mg/L)	3.704	380	308	7650	2150	140
Condutividade (µS/cm)	30.700	278	149	53,6	18,3	1,8
DQO (mg/L)	49	30,25	24	1350	260	87
DBO (mg/L)	4,25	11,14	199,34	375	58	46
Cloretos (mg/L)	878,23	197,98	85,79	22.684,5	6.780,0	201,6
OD (mg/L)	0,840	0,307	0,481	5,4	7,4	7,6
Indicadores Físicos						
Odor (mg Pt/l)	Não abjetavel	Não abjetável	Abjetável	Não abjetável	Não abjetável	Abjetável
Turbidez (NTU)	17	45	28	7,9	34	29
Cor (mgPtCo/l)	ND	ND	ND	28	66	98
Sólidos Suspensos (mg/L)	26	44,25	35	29,8	54,3	34
Indicador Microbiológico						
Coliformes Termotolerantes (NMP)	6.950	22.470	75.550	2.310	155.307	8.130

Observação: P1, P2, P3 - pontos de amostragem; ND - não detectado

sorção é energeticamente mais viável. Altas concentrações do íon amônio podem ter grandes implicações ecológicas, como por exemplo: influenciando na quantidade do oxigênio dissolvido na água.

O resultado da análise da 1ª coleta de água no Rio Pacoti demonstrou que os níveis de Amônia estavam muito altos em relação ao nível máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 020/1986 que é de 0,02 mg/L (Figura 2).

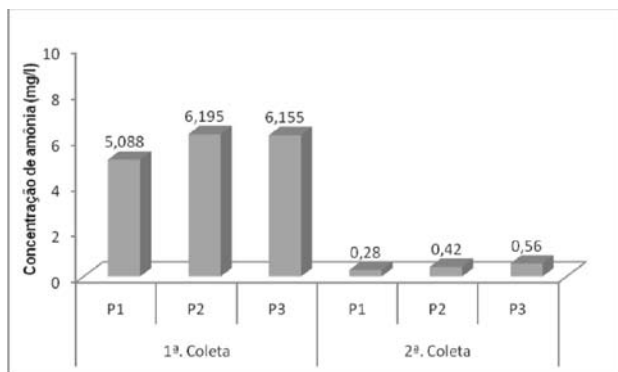


Figura 2 - Valores da concentração de Amônia (mg/L).

Este resultado pode indicar que no período analisado o volume de matéria orgânica lançada no rio era maior do que poderia ser transformado através do processo de nitrificação, isto é, a conversão da Amônia em Nitrato não estava ocorrendo.

Como a Amônia é produzida por matéria orgânica em decomposição na água, há a possibilidade da ocorrência de lançamento de esgoto no rio. Além disso, como a Amônia é sensivelmente mais tóxica do que seu produto final (Nitrato), a água fica sujeita a contaminação por substâncias tóxicas.

O resultado obtido na segunda coleta apresentou níveis sensivelmente menores de Amônia na água, indicado a ocorrência do processo de nitrificação e reduzindo a possibilidade de contaminação da água.

Comparando-se os resultados obtidos na 1ª e 2ª coletas de água, infere-se que a redução dos níveis de Amônia pode estar relacionada a um incremento no aporte de água pelo rio causado pelo escoamento superficial durante o período chuvoso. A água proveniente do escoamento superficial provavelmente encontra-se poluída em função do baixo índice de saneamento básico disponível nos municípios pelos quais passa o rio.

Nitrito (NO₂⁻)

A formação de Nitritos constitui uma etapa intermediária do processo de nitrificação, que é tóxica para os organismos aquáticos e seu efeito fisiológico consiste em impedir que as moléculas de hemoglobina contidas nos glóbulos vermelhos do sangue fixem

o oxigênio, prejudicando a respiração celular, causando a morte por desoxigenação.

Normalmente o íon Nitrito (tóxico) formado a partir do íon de Amônia é rapidamente oxidado pelas bactérias nitrificantes, formando um íon de Nitrato comparativamente não tóxico.

A análise da 1ª coleta indica baixos níveis de Nitrito, sugerindo, o processo de nitrificação não estava ocorrendo. É importante lembrar que a concentração máxima permitida pela Resolução CONAMA 020/86 é de 1 mg/L (Figura 3).

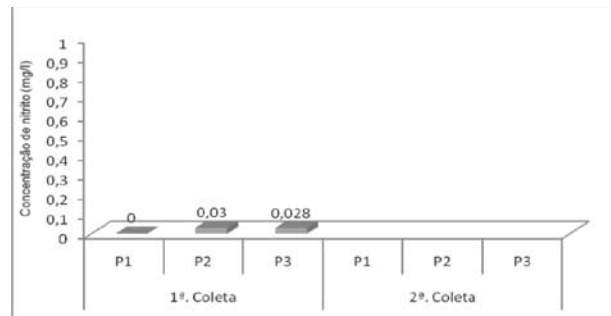


Figura 3 - Valores da concentração de Nitrito (mg/L).

A segunda coleta de água não produziu resultados analisáveis, pois os níveis de Nitrito não foram detectados pelo método. Esse resultado pode indicar a ausência de Nitrito na água pela conversão total da Amônia em Nitrato, haja vista que os níveis de Nitrato disponíveis na água durante a segunda estavam significativamente mais altos do que na primeira coleta. Ainda, pode-se inferir que a concentração de Nitrito presente não foi detectada pelo método de análise.

Nitrato (NO₃⁻)

O Nitrato é a maior fonte de nitrogênio para os vegetais aquáticos. As águas naturais, em geral, contêm Nitratos em solução. Como citado anteriormente, o resultado da análise na primeira coleta de água indica níveis de Nitrato inferiores àqueles permitidos pela Resolução CONAMA 020/86 (10 mg/L) (Figura 4).

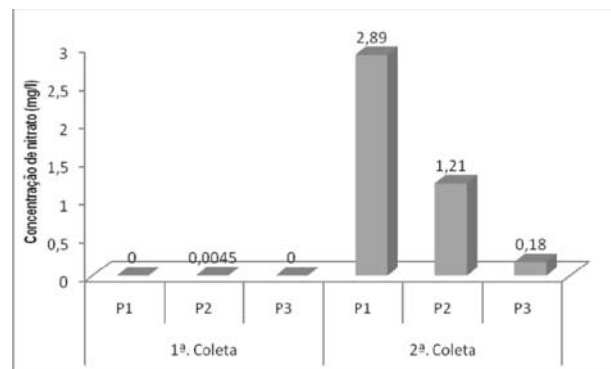


Figura 4 - Valores da concentração de Nitrato (mg/L).

Desta forma, o resultado da segunda análise indica maior presença de Nitrato, pressupondo-se a existência de matéria orgânica em decomposição, não sendo possível excluir a possibilidade de haver poluição na água.

Fosfatos (P)

Os Fosfatos são responsáveis pela proliferação excessiva de algas e na presença do oxigênio dissolvido estabelece as condições mínimas para a vida aquática.

Os Fosfatos surgem e acumulam-se nos corpos hídricos através de partículas vegetais mortas e dos processos de decomposição de matérias orgânicas. A primeira coleta indicou níveis de Fosfato muito abaixo dos níveis máximos (0,025 mg/L) descritos na Resolução CONAMA 020/1986 (Figura 5).

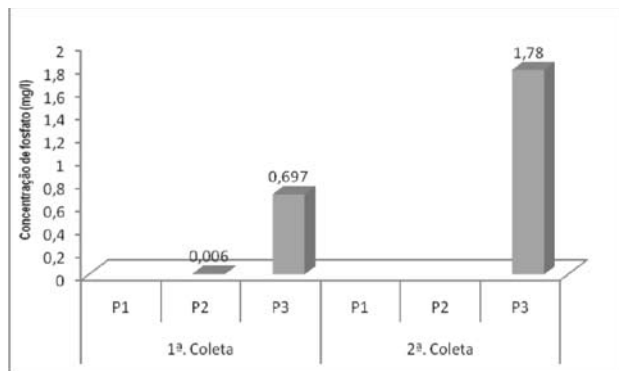


Figura 5 - Valores da concentração de Fosfato (mg/L).

Os pontos de coleta 1 e 2, isto é, nas áreas mais próximas à desembocadura do rio apresentaram resultados inferiores quando comparados ao ponto 3 nas duas coletas, indicando que este encontrava-se com maior propensão à eutrofização. A observação de campo indicou a presença de grandes acúmulos de algas e detritos vegetais na calha do rio no terceiro ponto de coleta.

A segunda coleta de água indicou níveis de Fosfato mais altos no ponto 3 do que na primeira coleta, indicando maior proliferação de algas.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Geralmente as águas superficiais como as dos rios possuem pH entre 4 e 9, variando de acordo com o solo por onde passa a água ou ainda conforme concentração de algas. O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria em decomposição, então, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição desse material, muitos ácidos são produzidos.

De acordo com a Resolução CONAMA 274/2000, o pH da água de um rio Classe II como

o Pacoti pode variar entre 5,9 e 8,9. Dessa forma, a primeira e a segunda análise do pH foram consistentes, indicando uma alteração apenas no terceiro ponto de coleta. O resultado indica alcalinidade da água, provavelmente resultante da degradação de matéria orgânica proveniente de esgotos ou ainda do decaimento de matéria vegetal na presente na água (Figura 6).

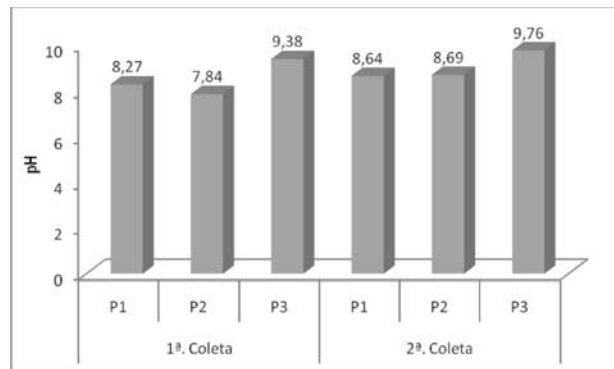


Figura 6 - Valores do pH nas amostras.

Dureza da água

A dureza é determinada pela presença de Cálcio (Ca++) e Magnésio (Mg++), mas a ocorrência de componentes, como Ferro, Manganês e Alumínio contribui para a dureza total embora não estejam comumente presentes em concentrações apreciáveis.

A análise das coletas demonstrou alto nível de dureza da água, muito acima dos 120 mg/L máximos definidos por lei, sendo que os pontos de amostragem 1 e 2 apresentaram valores maiores em relação ao ponto 3. Essa aumento da dureza pode estar relacionado a proximidade dos pontos 1 e 2 da foz do rio, locais que sofrem interferência do aporte de água salgada durante a maré alta (Figura 7).

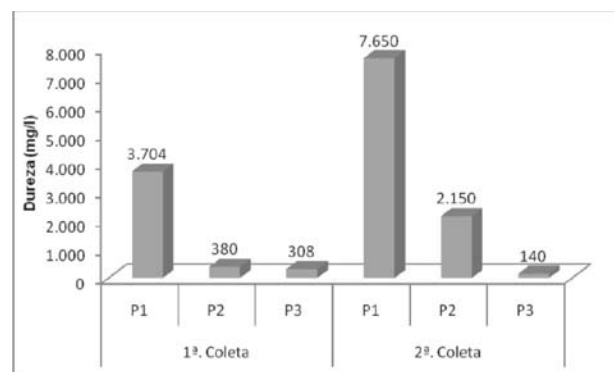


Figura 7 - Dureza da água nas amostras (mg/L).

Condutividade

É a capacidade que uma solução aquosa tem de conduzir corrente elétrica e está diretamente re-

lacionada à presença de íons dissolvidos na água. A condutividade depende dos seguintes fatores: presença, concentração total, mobilidade e valência de íons; e temperatura de mensuração.

Em águas continentais, os íons responsáveis pela condutividade são principalmente: cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. A análise da condutividade elétrica não determina quais os íons presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para determinar os impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem de um rio, ocasionados por lançamentos de resíduos industriais e esgotos domésticos dentre outros.

Como os íons são lixiviados pelas chuvas ou pelo lançamento de esgotos para dentro dos corpos hídricos, o lançamento de efluentes industriais contendo substâncias químicas como, por exemplo, os alvejantes (íons de cloro), podem elevar a condutividade do sistema, já que os compostos inorgânicos são relativamente bons condutores. Inversamente, o despejo de esgotos domésticos contendo compostos orgânicos não dissolvidos reduz a condutividade da solução. Em ambas as coletas o resultado evidenciou maior condutividade elétrica no ponto 1, que provavelmente deve-se à proximidade da foz do rio (Figura 8).

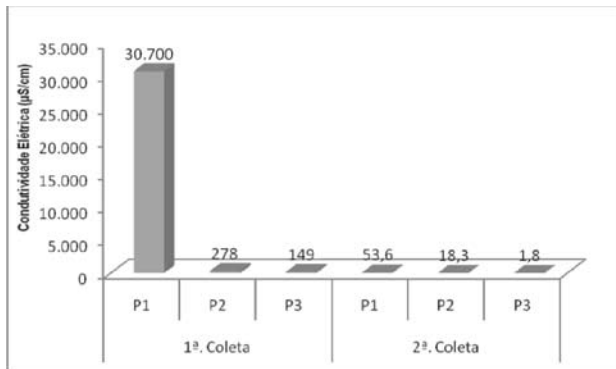


Figura 8 – Condutividade das amostras (µS/cm).

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO é o consumo químico de oxigênio para oxidação de matéria orgânica encontrada na água. A segunda análise apresentou resultado superior em relação ao primeiro, indicando a presença de despejos de origem química na água do Rio Pacoti no período de estiagem (Figura 9). Entretanto, os níveis máximos destes não são fixados pela Resolução CONAMA 020/86 ou pela 274/2000, não há parâmetro de análise legalmente possível.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A matéria orgânica degradável é determinada pelo teste de DBO. Dessa forma, a DBO mede o consu-

mo de oxigênio pelos microorganismos presentes na água, exprimindo o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável. Corresponde, portanto, à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas durante a oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo de no mínimo 5 dias (período de incubação). A DBO pode ser suficientemente grande e consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

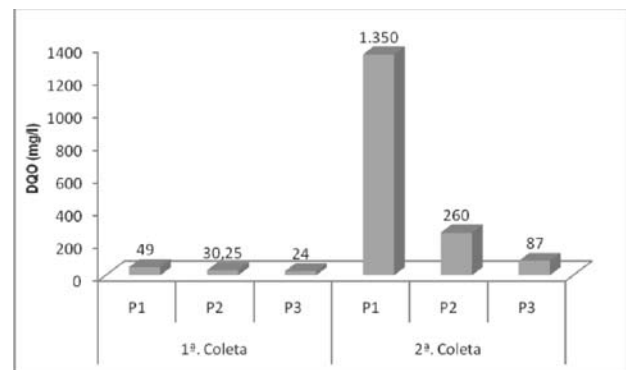


Figura 9 – Valores de DQO nas amostras.

Em ambas as coletas, os resultados da análise da DBO foram superiores àquele previsto por lei (5mg/L) indicando a presença de matéria orgânica na água e, possivelmente, de microorganismos patogênicos (Figura 10).

Cloretos

A maior parte dos Cloretos é solúvel e sua presença pode impor um sabor salgado à água. Usualmente ocorre maior concentração de Cloretos em regiões áridas e semi-áridas do que em regiões úmidas, ainda, o *spray* oceânico pode aumentar as concentrações de Cloretos em águas doces costeiras como na sessão final dos rios.

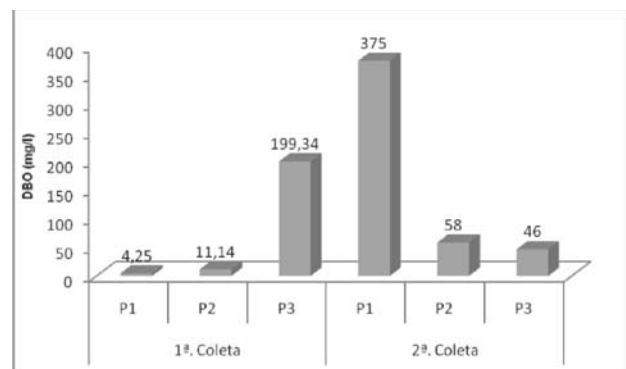


Figura 10 – Valores de DBO nas amostras.

Analogamente o manguezal influencia a condutividade da água no ponto 1, haja vista a sua proximidade em relação a foz, pois a condutividade aumenta em função da concentração iônica e da temperatura que é especialmente alta no estuário.

Ainda no ponto 1, há uma pequena alteração na quantidade de Cloretos presentes na água, que pode ser causada pela desinfecção de esgotos domésticos e processos industriais que utilizam cloro em operações de branqueamento ou para controle de organismos que proliferam em sistemas de resfriamento.

Atualmente os limites para as concentrações máximas são fixados em função das preferências de sabor e a maioria dos usos domésticos, agrícolas e industriais requerem concentrações de Cloreto de no máximo 250 mg/L (CONAMA 020, 1986). Grandes quantidades de Cloreto, onde cálcio e magnésio também estejam presentes, aumentam a corrosividade de uma água e podem prejudicar equipamentos metálicos.

Em ambas as coletas, os níveis de Cloreto apresentaram-se substancialmente maiores no ponto de amostragem 1, em função do aporte de água do mar, rica em sais dissolvidos. Entretanto, houve uma diferença entre a primeira e a segunda coleta nos pontos 2 e 3, onde a segunda coleta (período de estiagem) apresentou teores mais elevados de Cloretos discrepância essa que pode ter sido causada pela maré (Figura 11).

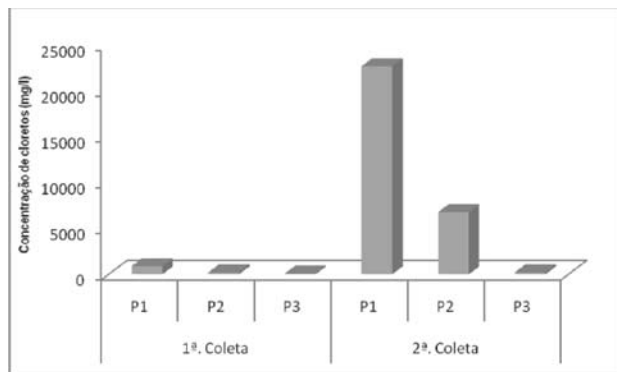


Figura 11 - Valores da concentração de Cloreto (mg/L).

Oxigênio Dissolvido (OD)

O OD é um gás de suma importância para a vida aquática, sua concentração expressa a quantidade de oxigênio disponível para vida aquática. Assim, a determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Este pode ficar severamente reduzido, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegra-

dáveis presentes no esgoto doméstico e em alguns efluentes industriais.

Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microorganismos que utilizam oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores, e conseqüentemente maior consumo de oxigênio. A morte da macrofauna em rios poluídos em muitos casos é causada pela escassez de OD.

Além dos fatores orgânicos, a quantidade de OD depende da temperatura da água e da pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior a dissolução, e quanto maior a temperatura, menor a dissolução de oxigênio (O₂) (Baird, 2002).

Na primeira coleta, ocorrida no período chuvoso, os níveis de OD estavam inferiores aos estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 020/86 e 174/200, onde em qualquer amostra este valor não deve ser inferior a 5 mg/L (Figura 12). Estes baixos valores indicam grandes quantidades de organismos na água e conseqüentemente de poluição no rio.

A segunda análise evidenciou maiores concentrações de oxigênio na água, todas superiores ao mínimo de 5 mg/L estabelecidos pelas Resoluções do CONAMA 020/1986 e 174/2000. Note-se ainda que em ambas as coletas, os níveis de oxigênio dissolvido foram maiores no primeiro ponto de coleta, provavelmente em função do aporte de água do mar.

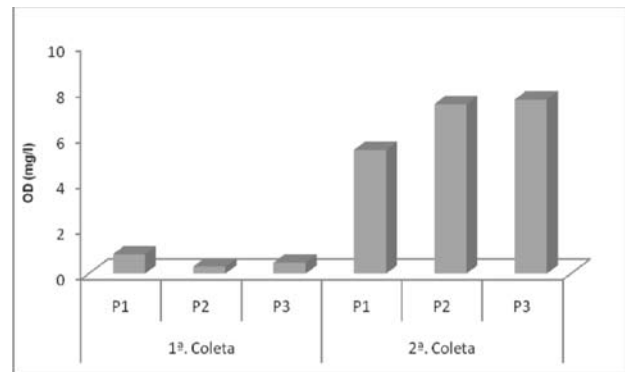


Figura 12 - Valores de concentração de OD (mg/L).

Indicadores Físicos

Odor

O odor da água é resultado da presença de compostos orgânicos voláteis e pode ser ocasionado por matéria orgânica viva ou em decomposição. Ainda que a ocorrência de odor não indique a presença de substâncias perigosas, usualmente sugere atividade biológica anormal.

Os esgotos produzem odor de maneira direta como, também, pelo estímulo da atividade biológica

na água. Além dos compostos orgânicos, as substâncias inorgânicas, os óleos e as graxas também trazem odor à água, já que este é um parâmetro que indica a presença ou ausência de matéria orgânica em decomposição. É medido *in loco*, podendo ser definido como abjetável ou não abjetável, dependendo do estado de conservação da água.

Em ambas as visitas a campo, o odor observado, foi descrito como não abjetável nos pontos 1 e 2, e como objetável no ponto 3. O odor no ponto 3 encontra-se alterado em função da ocupação antrópica na área.

Turbidez

A turbidez é uma medida das partículas suspensas tais como silte, argila e matéria orgânica, mantidos em suspensão por fluxo da água, sendo medida por comparação das interferências ópticas de partículas suspensas para a transmissão de luz em água.

A quantidade de materiais sólidos em suspensão na água pode resultar de processos erosivos, escoamento superficial e proliferação de algas. A turbidez reduz a fotossíntese da vegetação aquática reduzindo a produtividade do corpo hídrico.

O resultado das análises da turbidez na primeira e segunda coleta foi considerado dentro dos limites estabelecidos por lei, estando em ambas às situações, abaixo do nível de 100 UNT (Figura 13).

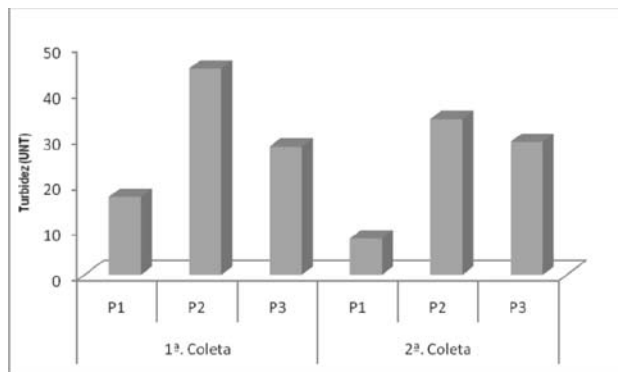


Figura 13 - Valores de turbidez nas amostras (NTU).

Apesar da pouca turbidez, é importante observar que foi sensivelmente mais alta nos pontos 2 e 3, indicando que as margens do rio podem estar sofrendo processos erosivos ou ainda que o rio pode estar aportando material sedimentar de locais a montante da foz.

Cor

A cor e a turbidez determinam a profundidade na qual a luz é transmitida em um meio hídrico. A

cor aparente é resultado de diferentes comprimentos de onda não absorvidos pela própria água, ou ainda resulta da presença de substâncias dissolvidas, assim, água contaminada pode apresentar cor aparente bastante forte. A cor verdadeira é medida através da filtração ou centrifugação da água, sendo definida por substâncias orgânicas e minerais naturais.

As análises laboratoriais não detectaram cor identificável na água do rio dentro do espectro máximo definido por lei que é de 75 mgPtCo/l, indicando extrema clareza da água, ou ainda falha no teste.

Os resultados das análises da segunda coleta de água indicaram alteração significativa da cor da água apenas no terceiro ponto de coleta, possivelmente pelo aporte de material sedimentar, como indicado pela análise da turbidez anteriormente descrita (Figura 14).

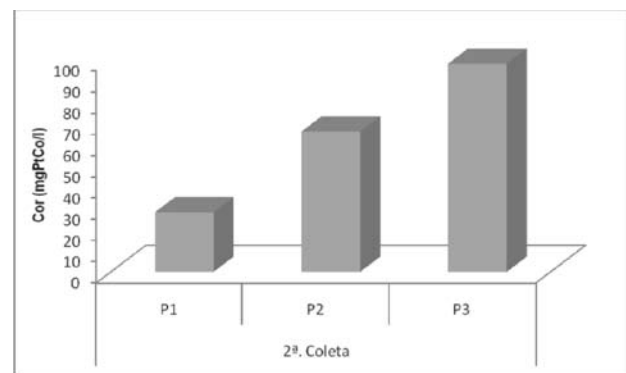


Figura 14 - Valores da cor da água nas amostras (mgPtCo/l).

Sólidos Suspensos

Os sólidos suspensos correspondem ao conjunto de material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo d'água que influencia na transparência da água, impedindo a penetração da luz e, conseqüentemente, a atividade fotossintética, podendo causar danos às guelras e brânquias dos organismos aquáticos e perturbar os locais de desova e refúgio destes.

Pode ser originado de processos erosivos, bem como, de atividades de mineração, agrícolas ou industriais, sendo composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, como fitoplâncton e zooplâncton.

A primeira e a segunda análises dos sólidos suspensos indicaram uma maior concentração destes nos pontos de coleta 2 e 3, possivelmente pela ocorrência de aporte de material particulado advindo das atividades antrópicas desenvolvidas ao longo rio (Figura 15).

Entretanto, os níveis máximos destes não são fixados pela Resolução CONAMA 020/1986 ou pela 274/2000, não há parâmetro de análise legal.

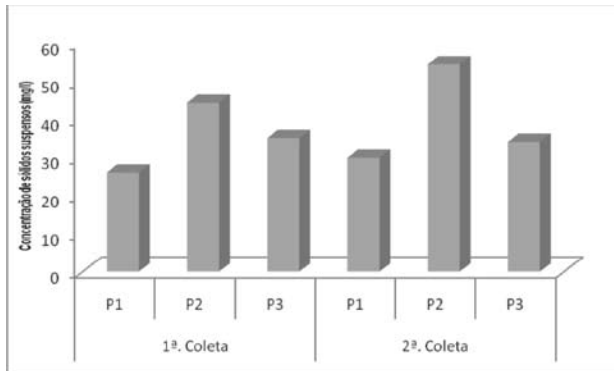


Figura 15 - Valores da concentração de sólidos suspensos (mg/L).

Indicador Microbiológico

Coliformes Termotolerantes

O grupo Coliformes é composto em sua maioria por bactérias intestinais excretadas nas fezes. São utilizadas como indicador de poluição da água (patógenos) devido aos seguintes fatores: constância, grande concentração no material fecal e facilidade no isolamento e identificação.

O parâmetro microbiológico testado foi o NMP de Coliformes Totais Termotolerantes, isto é, aqueles que não são destruídos no ponto de ebulição da água.

Esse parâmetro permite identificar o efeito negativo da poluição sem a necessidade do estudo analítico de identificação dos patógenos especificamente.

O rio é habitat de vários tipos de bactérias, sendo, portanto um meio de depuração de matéria orgânica. Porém, quando recebe esgotos passa a conter outros tipos de bactérias que não são da água e que podem ou não causar doenças às pessoas que beberem dessa água. Um grupo importante, dentre elas, é o grupo das bactérias Coliformes.

A presença de Coliformes termotolerantes na água indica a ocorrência de descarga de efluentes municipais não tratados. Outras situações também podem causar o aumento no número de Coliformes, como: escoamento superficial de terras agrícolas e solos contaminados.

Como o percentual de domicílios servidos por saneamento básico no município de Aquiraz é muito baixo, há a possibilidade de que grande parte da população esteja em contato com bactérias, vírus, protozoários, helmintos e fungos presentes no meio aquático.

As doenças de veiculação hídrica causadas por organismos patogênicos incluem disenteria bacilar e amebica, cólera, febre tifóide e paratifóide, gastroenterite bacteriana, leptospirose, hepatite infecciosa, poliomielite, e diarreias e enterites causadas por enterovírus e protozoas.

Esses resultados (Figura 16) evidenciam uma descarga extremamente alta de matéria orgânica na água do rio, com grande possibilidade de haver despejo de esgoto sanitário, seja ele de origem doméstica ou industrial.

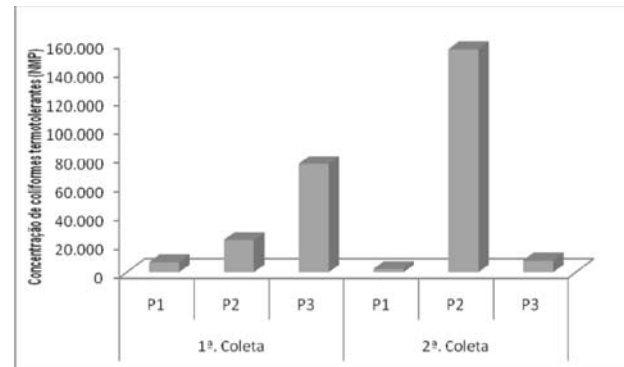


Figura 16 - Valores da concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP).

Em todos os pontos amostrados, tanto na primeira quanto na segunda coleta, o número de Coliformes foi significativamente superior ao máximo estabelecido como padrão de balneabilidade para corpos hídricos Classe 2, que é de 1.000 NMP.

Em última instância de acordo com os padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 020/1986 e 274/2000, a água do baixo curso do Rio Pacoti é considerada imprópria para uso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesquisa observou-se a ocorrência de grande número de impactos ambientais de origem antrópica em algumas áreas ao longo do baixo curso do Rio Pacoti. Muitos dos impactos diretamente relacionados à poluição e/ ou contaminação do rio foram mais visíveis em áreas de maior adensamento populacional.

Conforme descrito anteriormente, os resultados dos parâmetros analisados mostraram alterações significativas na qualidade da água no baixo curso do Pacoti em relação às Resoluções 020/1986 e 274/2000 do CONAMA.

A análise de Amônia indicou na 1ª coleta concentração superior ao nível permitido pelo CONAMA, e na 2ª coleta mostrou redução na concentração indicando que a Amônia poderia estar passando por processo de nitrificação, ou ainda, que a Amônia poderia estar sendo diluída pelo aporte hídrico das chuvas. Entretanto, a presença de altos teores de Amônia pode também estar relacionada às atividades relacionadas a estabelecimentos hoteleiros;

construção de edifícios; fabricação de bebidas, moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais; comércio e manutenção de condomínios prediais presentes no município de Aquiraz.

A análise do Nitrato indicou baixos níveis na 1ª coleta, bem como na 2ª coleta, a qual apresentou uma pequena elevação apenas no ponto 1, o mais próximo ao manguezal do rio. Assim, não se pode relacionar a presença do Nitrato à poluição da água.

A baixa concentração de Fosfato indica que nos pontos de coleta 1 e 2 não há a presença significativa de matéria orgânica, possivelmente em função da absorção da matéria orgânica pelos organismos detritívoros presentes na biota do estuário do rio Pacoti. Apenas o 3º ponto de coleta indica em ambas as coletas, níveis de Fosfato acima da concentração máxima permitida, o que pode significar eutrofização do recurso hídrico, hipótese confirmada através da observação de campo. As atividades presentes no município de Aquiraz que podem estar relacionadas à presença de matéria orgânica são: construção de edifícios; fabricação de bebidas e moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais. É importante observar que as atividades citadas estão localizadas na circunvizinhança do ponto 3.

De forma similar, o pH da água só apresentou alteração no 3º ponto de coleta, indicando alcalinidade da água, possivelmente causada pela degradação de matéria orgânica proveniente de esgotos não tratados pelas indústrias localizadas nas proximidades do rio.

A análise da água demonstrou em ambas as coletas que a dureza encontrava-se acima do permitido pelo CONAMA em todos os pontos amostrados. Entretanto, os pontos 1 e 2 apresentaram maior dureza em relação ao ponto 3, fato que pode estar relacionado a proximidade dos dois pontos da desembocadura do rio, sofrendo a influência da água do mar.

De maneira análoga, o resultado da análise da condutividade elétrica tem relação com a proximidade do ponto de coleta em relação a foz do rio Pacoti. Em ambas as coletas a análise demonstrou maior condutividade elétrica no ponto 1, não havendo correlação com o lançamento de esgotos domésticos ou industriais.

A segunda análise da DQO apresentou uma elevação em relação à primeira análise, o que pode indicar o lançamento de despejos de origem química na água. Entretanto, como citado anteriormente, não há medida de análise por falta de base comparativa legal. As atividades produtivas que podem

ser relacionadas à produção de esgoto com produtos químicos instaladas no município são: pecuária; fabricação de bebidas e fabricação de produtos minerais não metálicos.

Os resultados das análises da DBO de ambas as coletas foram superiores aos permitidos por lei, inferindo-se a presença de matéria orgânica na água. As atividades que podem ser relacionadas à produção de esgoto com orgânico instaladas no município são: pecuária; condomínios prediais; estabelecimentos hoteleiros; fabricação de bebidas; moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais e comércio.

Em ambas as coletas ocorridas no ponto 1, verificou-se um aumento na quantidade de Cloretos presentes na água em relação ao estabelecido pelo CONAMA. Essa elevação pode ser causada pelo tratamento de esgotos ou ainda por processos industriais que utilizam cloro, bem como podem ser efeito do aporte de água salgada.

Na primeira coleta, ocorrida no período chuvoso, os níveis de OD estavam inferiores ao estabelecido pelo CONAMA, indicando a poluição do rio. A segunda análise demonstrou concentrações de oxigênio na água superiores ao mínimo estabelecido pela lei. Este fato pode estar relacionado à sazonalidade de produção das empresas instaladas na área de estudos.

A análise de odor evidenciou a conformidade dos pontos de coleta 1 e 2 em relação a CONAMA; entretanto, o ponto 3 foi definido como não conforme.

A análise da turbidez indicou que pode estar havendo assoreamento das margens do rio, ou ainda, este pode estar recebendo o aporte de material sedimentar lançado a montante dos pontos de coleta 2 e 3. De forma similar, a 1ª análise da cor demonstrou que a água do rio Pacoti não apresentava alterações, entretanto, a 2ª análise indicou alteração significativa da cor da água no terceiro ponto de coleta, possivelmente pelo aporte de material sedimentar, como indicado pela análise da turbidez. As atividades relacionadas a esses impactos são: pecuária; fabricação de produtos cerâmicos; estabelecimentos hoteleiros; extração de minerais não metálicos e fabricação de produtos minerais não metálicos.

A mesma situação descrita na análise da turbidez e da cor repete-se na análise dos sólidos suspensos. A citada análise indicou uma maior concentração nos pontos de coleta 2 e 3, possivelmente pelo aporte de material particulado advindo das atividades antrópicas desenvolvidas ao longo rio, contudo, não há parâmetro legal para análise.

A análise da presença de Coliformes termotolerantes demonstrou que tanto na primeira quanto na

segunda coleta, o número de Coliformes encontrados foi superior ao máximo permitido pelo CONAMA, indicando o lançamento freqüente de matéria orgânica no rio. O esgoto provavelmente é de origem mista, isto é, doméstica e industrial, o que envolve todas as atividades produtivas instaladas na área, bem como as cidades e adensamentos humanos.

Desta forma, conclui-se que alguns setores industriais e imobiliários instalados no Município de Aquiraz vêm causando a degradação ambiental do rio e conseqüentemente prejudicando a utilidade deste enquanto recurso hídrico. Portanto, a prevenção dos impactos ambientais causados pelo lançamento de esgotos industriais ou domésticos é fundamental para a conservação da qualidade ambiental do Rio Pacoti.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. *Resolução 001*. CONAMA, Brasília, 1986.
- BRASIL. *Resolução 274*. CONAMA Brasília, 2000.
- Cavalcante, I.N. *Fundamentos Hidrogeológicos para a Questão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza - Estado do Ceará*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade de São Paulo, 252 p., São Paulo, 1998.
- CEARÁ. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH). www.cogerh.com.br. Acessado em maio de 2002.
- CEARÁ. *Perfil básico municipal: Aquiraz*. Iplance, 5 p., Fortaleza, 2002.
- Derísio, J.C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. CETESB, 198 p., São Paulo, 1992.
- Greenberg, A.E.; Clesceri, L.S. & Eaton, A.D. (eds.). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, 305 p., Washington, 1997.
- Malhotra, N.K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Bookman, 201 p., Porto Alegre, 2001.
- Nascimento, F.R. *Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável: manejo geoambiental na sub-bacia do baixo Pacoti - Ceará*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, 154 p., Fortaleza, 2003.