

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO POTY PARA CONSUMO HUMANO, NA REGIÃO DE TERESINA, PI.

Lisânea Mycheline Oliveira Damasceno

Tecnóloga em Meio Ambiente pelo CEFET-PI. Bolsista CNPq/FAPEPI. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte. Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, CEP 64006-220 - Teresina, PI - Brasil - Caixa-Postal: 01 E-mail: lisaneadamasceno@hotmail.com

Aderson Soares de Andrade Júnior

D. Sc. pela USP, Brasil. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte. Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, CEP 64006-220 - Teresina, PI - Brasil - Caixa-Postal: 01 E-mail: aderson@cpamn.embrapa.br

Nildo da Silva Dias

D. Sc. pela USP, Brasil. Professor do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. BR 110, Km 47 Costa e Silva, CEP 59600-900 - Mossoró, RN - Brasil - Caixa-Postal: 137 E-mail: nildo@ufersa.edu.br

José Luís Duarte Franco

Biólogo, Graduado pela UFPI. Laboratorista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte. Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, CEP 64006-220 - Teresina, PI - Brasil - Caixa-Postal: 01 E-mail: duarte@cpamn.embrapa.br

Ênio Farias de França e Silva

D. Sc. pela USP, Brasil. Professor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua D. Manoel de Medeiros s/n, 52171-900 - Recife, PE - Brasil E-mail: effsilva@ufrpe.br

RESUMO - O presente trabalho objetivou monitorar e avaliar a qualidade da água do rio Poty, em Teresina (PI) para fins de consumo humano, conhecer suas condições atuais e seus possíveis impactos, visando dispor dados aos órgãos competentes, para conservação e uso racional deste recurso. Coletaram-se amostras de água no rio em 10 pontos georreferenciados, da curva do conjunto residencial São Paulo (zona sudeste) até sua foz no rio Parnaíba (zona norte), em um percurso aproximado de 23,7 km, de junho a dezembro de 2004. Verificou-se em campo, que as concentrações de OD estão abaixo do padrão em mais de 80 % dos pontos amostrais (Classe 2). Detectou-se aumento da Clorofila-A (6,98 a 16,09 $\mu\text{g L}^{-1}$) de setembro até a segunda quinzena de novembro. Constataram-se oscilações nas concentrações de HCO_3^- (1,68 a 1,91 mmolc L^{-1}) ao longo dos pontos amostrais. Os maiores índices de coliformes fecais e totais ocorreram, sobretudo, na segunda quinzena de novembro (1.368 e 3.498 NMP 100 mL^{-1}), respectivamente. Observaram-se impactos no manancial, tais como, acúmulo de lixo nas margens, bancos de areia, solos expostos, degradação da mata ciliar, vazantes, dragagem de minérios, erosão e assoreamento, em vários trechos. Verificaram-se valores fora do limite recomendado pelo CONAMA para o OD, NH_3 e CF, inferindo preocupação ao equilíbrio aquático, em função do intenso lançamento de efluentes domésticos na região.

Palavras-chaves: saneamento, poluição ambiental, recurso hídricos

WATER QUALITY IN POTY RIVER TO HUMAN CONSUMMATE AT TERESINA, PIAUI STATE, BRAZIL

ABSTRACT - The water quality of the Poty river was evaluated, to human consummate at Teresina, PI, to know its current conditions and to show the possible impacts, seeking to dispose data to the competent organs, for conservation and rational use of this resource. It was collected samples of water in the river in 10 georeference points, of the São Paulo Residential curve (southeast zone) until its mouth in the Parnaiba river (north zone), in an approached course of 23,7 km, of June to December of 2004. It was verified in field, that the concentrations of OD are below the pattern, in 80 % of the showed points (Class 2). It was detected increase of the Chlorophyll it (6,98 to 16,09 $\mu\text{g L}^{-1}$) of September to the second fortnight of November. It was verified oscillations in the concentrations of HCO_3^- (1,68 to 1,91 mmolc L^{-1}) along the showed points. The largest indexes of CF and CT happened, above all, in the second fortnight of November

(1.368 and 3.498 NMP 100 mL⁻¹) respectively. It was observed impacts in the spring, such as, garbage accumulation in the margins, sand of banks, exposed soils, ciliary forest degradation, small agriculture, minerals dredge operation (August to December), erosion and sanded area, in several spaces. It was verified values out of the recommended limit by CONAMA for OD, NH₃ and CF, inferring concern to the aquatic balance, in function of the domestic effluent of release intense in the area.

Key Words: Sanitation, pollution ambiental, water resources

INTRODUÇÃO

O rio Poty nasce no Estado do Ceará, pela junção dos riachos Santa Maria e Algodões sobre rochas cristalinas, pré-cambrianas, nas proximidades da cidade de Algodões indo ao norte, num percurso em torno de 105 km, até a cidade de Crateús (CE). Daqui, o rio segue para noroeste, por um trecho aproximado de 20 km, até receber, pela sua direita, o rio Jatobá, vindo do leste, partindo então, em direção leste-oeste, em um percurso de 20 km até a cidade de Ibiapaba. Nesta região elevada chamada Serra Grande esculpiu a sua entrada na Bacia Sedimentar do Parnaíba, até cruzar a fronteira entre o Estado do Ceará e Piauí. Neste Estado, o rio Poty continua para oeste até a cidade Olho D'Água, onde muda sua direção para norte, por influências geoestruturais, recebendo pela margem direita do lado nordeste, o rio Macambira (ANA, 2004).

A disponibilidade hídrica superficial na microbacia do Rio Poty é de aproximadamente 3,8 bilhões de m³ com uma extensão total referente a 52.370 km², sendo 38.797 km² localizados no Estado do Piauí. A microbacia é formada, sobretudo, pelo rio Poty que nasce no Estado do Ceará; sendo um dos maiores efluentes do rio Parnaíba e possui como principais afluentes pela margem esquerda, os rios Berlangas e Sambito e, pela margem direita, os rios Canudos e Capivara (ANA, 2004).

Segundo Prado et al. (2004), o monitoramento da qualidade da água de uma bacia hidrográfica é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, pois funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos cursos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental. Um dos instrumentos do gerenciamento de recursos hídricos (Lei nº 9.433) é o enquadramento dos corpos de água em classes. Isto demanda o conhecimento da qualidade das águas e suas influências ambientais e antrópicas que podem alterá-la. Conforme o art. 2º, Inciso XXV, o monitoramento visa verificar os padrões de qualidade de água de forma contínua ou periódica, de forma a acompanhar a evolução da qualidade hídrica dos corpos d'água e, assim, controlar seu nível de poluição, objetivando o alcance da classe exigida.

De acordo com Sperling (1996), os graus de poluição e de contaminação da água podem ser medidos

por intermédio das características físicas, químicas e biológicas das impurezas existentes, sendo possível identificá-las por parâmetros de qualidade das águas: físicos, químicos e biológicos. Em geral, as características físicas são avaliadas por meios da presença de sólidos (suspensos, coloidais e dissolvidos na água); as químicas, por meio de aspectos (orgânicos e inorgânicos) e as biológicas, mediante análise bacteriológica e Clorofila-a.

Vieira et al. (2004), diz que os principais parâmetros que revelam o grau de poluição das águas quando associados a atividades antrópicas são a temperatura, o potencial hidrogeniônico (pH), o oxigênio dissolvido (OD), o nitrogênio, os sólidos totais dissolvidos (STD), a condutividade elétrica (CE), coliformes fecais e totais (CF/CT). Segundo a legislação federal, no seu artigo 13, § 1º, do decreto 73.030, de 30/10/1973, "a poluição das águas pode ser definida como qualquer alteração de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações, causar dano à flora e à fauna ou comprometer o seu uso para fins sociais e econômicos" (MACHADO, 2004).

Para D'Aguila et al. (2000), os principais agentes biológicos descobertos nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas. As bactérias patogênicas encontradas na água constituem uma das principais fontes de morbidade em nosso meio. São as responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifóide), com resultados freqüentemente letais. Os vírus mais comumente encontrados nas águas contaminadas por dejetos humanos, entre outros, são os da poliomielite e da hepatite infecciosa. Dentre os parasitas que podem ser ingeridos através da água destaca-se a Entamoeba histolytica, causadora da amebíase e suas complicações, inclusive para o lado hepático, encontrada, sobretudo, em países quentes e em locais onde existem más condições sanitárias.

Baseando-se no pressuposto acima, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os aspectos qualitativos da água do rio Poty para fins de consumo humano, bem como conhecer suas condições atuais e principais fontes de poluição do rio, visando dispor dados aos órgãos competentes, para conservação e uso racional deste recurso. Especificamente, monitorou-se a qualidade do rio em 10 pontos amostrais georreferenciados de forma temporal, sazonal e espacial, no trecho compreendido entre a curva do Residencial São Paulo (zona sudeste) e o encontro dos

rios Parnaíba e Poty (zona norte), na região de Teresina, por um período de junho a dezembro de 2004.

MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento da qualidade da água do manancial foi realizado no trecho compreendido entre o meandro do rio Poty, na região do conjunto residencial São Paulo (zona sudeste de Teresina) até a sua foz, no rio Parnaíba (zona Norte) em Teresina (05°05'21'' S; 42°48'07'' W e 74 m) no estado do Piauí.

Segundo a classificação internacional de Köppen, a região onde está inserida a microbacia do rio Poty, possui clima do tipo tropical quente e úmido, com chuvas de verão e outono (Aw). Além disso, situa-se numa zona de latitude baixa e nos limites da área semi-árida do nordeste brasileiro (Lima et al., 2002). A média anual para temperatura média do ar na área de estudo é de 27,9 °C, temperatura máxima do ar de 33,8 °C e temperatura mínima do ar de 22,1 °C, com precipitação anual de 1.300 mm, velocidade média do vento de 1,6 m s⁻¹, insolação média de 7,7 horas diárias e umidade relativa média do ar de 69,2 % (Bastos; Andrade Júnior, 2000), não apresentando definições típicas de estações do ano.

Os pontos do monitoramento em um total de 10 (dez) foram distribuídos ao longo do rio e georreferenciados com a utilização de um aparelho portátil de posicionamento global (GPS) marca GARMIN, modelo 12, a fim de se obter as coordenadas geográficas que seriam utilizadas, durante o estudo (Figura 1 e Tabela 1), levando-se em conta, que tais locais encontram-se na região dos 24 pontos de lançamentos georreferenciados (Figura 4 e Tabela 1), sendo 22, de efluentes domésticos e 2, das lagoas de estabilização da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE's) Leste e Alegria.

Os locais selecionados para os pontos amostrais de coleta foram a montante e a jusante das áreas dos lançamentos de efluentes "in natura" e tratados, visando o acompanhamento da evolução das variáveis de qualidade do corpo hídrico, o grau de poluição e suas prováveis fontes de origem.

Para o acesso aos trechos do rio Poty, firmou-se uma parceria com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais do Piauí (SEMAR/PI) que disponibilizou a embarcação motorizada e o comandante deste transporte. Além disso, houve o acompanhamento sistemático de um técnico da citada Secretaria, bem como, a disponibilização para a mesma, dos dados obtidos durante todo o monitoramento (Boletim periódico de qualidade de água do rio Poty).

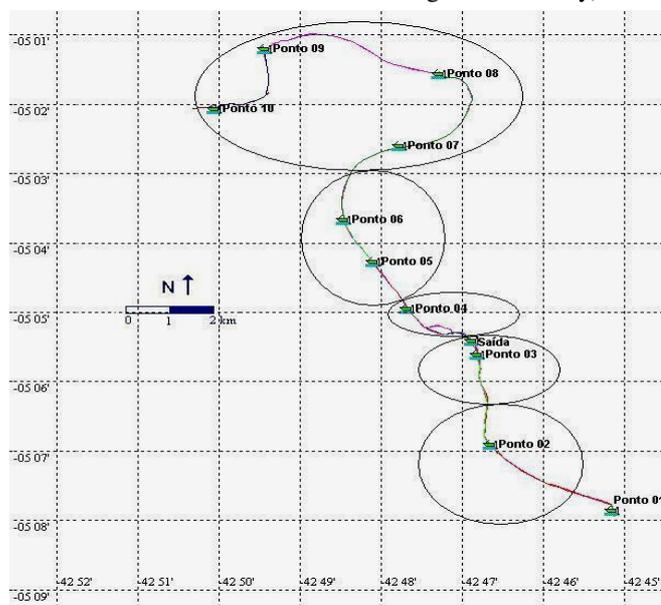


Figura 1. Pontos amostrais de monitoramento ao longo do rio Poty, em Teresina, PI

As condições da água foram caracterizadas através da análise microbiológica, e as prováveis fontes de contaminação (esgotos sendo lançados diretamente na água sem tratamento prévio) foram registradas por fotografias.

As coletas das amostras de água microbiológica foram efetuadas no período de junho a dezembro de 2004, realizada conforme recomendações apresentadas no Guia de coleta e preservação de Amostras de Água (Cetesb,

1988). Algumas variáveis foram determinadas no local de coleta utilizando-se uma sonda multiparâmetros de medição contínua modelo YSI 6600, nas margens e no meio do rio de forma transversal, ao longo de todos os pontos cadastrados, sendo representativos para as análises em estudo apenas os dados coletados no meio do rio. Este aparelho tem alta precisão e efetua leituras múltiplas, variáveis e simultâneas tais como temperatura da água, pH,

oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, salinidade, resistividade, amônio/ amoníaco, nitrato,

cloreto, profundidade, nível de sólidos em suspensão, potencial redox e clorofila-A.

Tabela 1. Identificação dos pontos de monitoramento e de lançamentos de efluentes no rio Poty

Código	Localização	Código	Localização
P₀₁	Residencial São Paulo	P₀₅	A jusante da área do Hospital Psiquiátrico Meduna
L ₁		L ₁₆	
L ₂		L ₁₇	
L ₃		L ₁₈	
L ₄	Lagoa de estabilização ETE Alegria	P₀₆	Próximo à Ponte Primavera
P₀₂	Próximo à Ponte Rodoviária	L ₁₉	
L ₅		L ₂₀	
L ₆		L ₂₁	Lagoa de estabilização ETE Leste
L ₇		P ₀₇	A jusante da ETE Leste
P₀₃	Próximo às pontes Ferroviária e Wall Ferraz	P₀₈	Após meandro - área de pedras submersas
L ₈		L ₂₂	
L ₉		L ₂₃	
P₀₄	Próximo à Ponte Frei Serafim	P₀₉	Próximo à área de maior operação de dragas no bairro Mocambinho
L ₁₀		L ₂₄	
L ₁₁		P₁₀	A montante da foz do rio Poty
L ₁₂			
L ₁₃			
L ₁₄			
L ₁₅			

A concentração de Clorofila-a foi determinada com a sonda multiparâmetros, em todos os pontos amostrais do rio durante o monitoramento e avaliada segundo a resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. A sonda YSI 6600 possui o sensor de clorofila para a determinação da mesma em um ponto amostral e em aplicações de monitoramento contínuo. Este se baseia no método alternativo para a medição de clorofila, a qual supera desvantagens, embora com perdas potenciais de exatidão. Neste procedimento, a clorofila é determinada, “in vivo”, isto é, sem a ruptura das células nas análises de extração. O sensor de clorofila da sonda é designado para estas aplicações “in vivo” e seu uso permite a fácil coleção de grandes quantidades de clorofila datada em qualquer ponto amostral ou em aplicações de monitoramento contínuo (ESTADOS UNIDOS-YSI, 2004).

Para as análises de coliformes fecais (CF) ou termotolerantes e totais (CT) foi utilizada uma metodologia desenvolvida pela Embrapa (2003), a qual constitui-se de um método de campo, em que as fitas de papel absorvente são impregnadas com meio de cultura e indicadores, como na técnica do laminocultivo desidratado. A contagem foi expressa em Unidades Formadoras de Colônias (UFC 100 mL⁻¹), após a permanência de 24 h numa estufa a 37° C. As

amostras de água para análise de coliformes termotolerantes e totais foram efetuadas no momento da coleta, com o auxílio de um becker, ressaltando-se o máximo cuidado para que as mesmas não corressem riscos de contaminação em sua membrana.

A partir dos resultados analíticos, as amostras de águas foram agrupadas em classes microbiológicas seguindo as recomendações da Organização Mundial de Saúde - OMS (1985) e da resolução nº 357/05 do CONAMA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Oxigênio dissolvido

Na Tabela 2, verifica-se que o ponto amostral P₀₈, localizado após um meandro e área de pedras submersas, apresentou a menor concentração média de oxigênio dissolvido (OD), dentre os pontos amostrais (2,92 mg L⁻¹). Isto ocorreu, provavelmente, em virtude do acúmulo de

matéria orgânica oriunda dos lançamentos a montante despejados ao longo do curso d'água, que não foram completamente neutralizados durante o processo de autodepuração. Os fatores contribuintes por esta baixa concentração de OD foram, provavelmente, a menor

intensidade solar, nas maiores profundidades; à localização do ponto amostrado após meandro e área de pedras submersas (redutores da velocidade e vazão das águas), aliado ao represamento que o rio sofre naquele local, em função da maior vazão e nível do rio.

Tabela 2. Valores mensais e quinzenais de oxigênio dissolvido (OD) na água, relativos à media do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Ponto Amostral	Período de monitoramento								
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro		Dezembro	Médias
						1ª Quinz.	2ª Quinz.		
P ₀₁	4,71	6,94	3,95	6,21	3,61	4,65	6,20	4,59	5,11
P ₀₂	3,86	5,55	3,79	4,98	3,91	4,72	4,03	4,47	4,41
P ₀₃	3,70	4,92	2,56	4,15	3,86	3,55	3,03	4,26	3,75
P ₀₄	3,69	5,04	3,70	4,74	2,47	3,63	2,85	3,48	3,70
P ₀₅	3,58	5,18	3,39	3,95	2,55	4,04	2,18	3,34	3,53
P ₀₆	2,94	4,19	3,35	3,94	2,28	3,54	1,29	3,20	3,09
P ₀₇	3,37	4,66	4,17	4,18	2,15	5,89	2,03	4,43	3,86
P ₀₈	2,79	3,83	2,91	4,69	2,54	2,55	1,68	2,39	2,92
P ₀₉	2,92	4,97	4,75	4,39	3,37	3,34	2,94	7,50	4,27
P ₁₀	3,39	5,81	4,74	5,65	6,29	6,38	6,29	6,58	5,64
Médias	3,51	5,03	3,62	4,58	2,97	3,99	2,91	4,18	

A baixa velocidade das águas no entorno, a montante do ponto P₀₈, dificulta a autodepuração da matéria orgânica despejada no rio, fato este detectado por Palácio et al. (2004) em trabalho semelhante. Para estes autores, o processo de diluição ocorre com a sedimentação da matéria orgânica. Assim o acúmulo de efluentes naquele ponto proporcionou o aumento no consumo de OD, pela atividade microbiana e que, segundo Sperling (1996), é responsável por toda a estabilização da matéria orgânica (presente na água e nos esgotos). Soma-se a isto, a variação na temperatura da água e a conversão bioquímica do nitrogênio que podem ter contribuído para os baixos teores de OD, também em outros pontos amostrais, de forma preocupante, sobretudo, para o equilíbrio aquático. Os maiores índices de precipitações pluviométricas, durante o monitoramento, ocorreram em novembro e dezembro (acima de 60 mm), fatores preponderantes para a diluição de efluentes na água, o que favoreceu ainda à inexistência do fenômeno de eutrofização no manancial.

Ainda em relação à Tabela 1, observa-se que o OD inicia seu decaimento gradual, a partir do ponto amostral P₀₁ ao P₀₆, elevando-se, no seguinte. Os pontos amostrados P₀₂ e P₀₇, a jusante de despejos tratados das ETE's passaram pelo lento processo de estabilização, porque a matéria orgânica mais assimilável foi removida, conforme relata Sperling (1996) e, isto, explica as baixas concentrações de OD (Tabela 1). O ponto P₀₈, localizado após o meandro e pedras submersas do rio no bairro Pedra Mole sofreu sua maior queda de OD, do curso do rio,

aumentando sua concentração, a partir deste, até atingir o pico máximo no último ponto amostral (foz do rio).

Os demais pontos estudados, apenas o P₀₁ e o P₁₀ apresentaram concentrações médias de OD ligeiramente acima do limite de 5 mg L⁻¹ e dentro do estabelecido para águas Classe 2. Segundo Sperling (1996) do ponto de vista ambiental, o manancial possui capacidade própria de assimilar os esgotos lançados até um ponto aceitável e que não o prejudique, através da sucessão ecológica do rio que se constitui na autodepuração, durante alguns dias. Verifica-se, em geral, que as reduções foram mais acentuadas, nas proximidades e no centro da cidade, entre as pontes Wall Ferraz e Primavera, sobretudo na área verticalizada da cidade. Essas oscilações no OD ocorrem devido às seqüências de lançamentos domésticos, que contribuíram para que o processo natural de redução da DBO e reoxigenação da água fosse de certa forma, interrompida, na zona de degradação, onde ocorre inicialmente o aumento no déficit de OD; na zona de decomposição ativa, em que as concentrações são as menores possíveis; zona de recuperação, em que há crescimento do teor de OD e, em seguida, zona de águas limpas, quando volta a atingir a sua concentração inicial, a montante do lançamento de esgoto (Sperling, 1996).

A Resolução do CONAMA nº 357, de 18 de março de 2005, estabeleceu para as águas doces do território brasileiro, o limite de qualidade hídrica (OD não inferior a 5 mg L⁻¹) para as águas de Classe 2. Com isto, verificou-se, que apenas 20 % dos pontos amostrados no rio Poty enquadraram-se nesta Classe, podendo a água ser

recomendada para uso no abastecimento doméstico, após tratamento convencional conforme a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Na maioria das amostras analisadas, a qualidade da água do rio mostrou-se fora da normalidade exigida, apresentando concentrações de OD mínimas e preocupantes. De acordo com BRASIL (2005), Classe 3, em 20 % dos pontos amostrados, (sendo um próximo à ponte da rodoviária e o outro, na área de dragagem mineral no bairro Mocambinho), onde o uso desta água é recomendado, apenas, ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional ou avançado. Ressalta-se, sobretudo, Classe 4 em 60 % dos pontos amostrais (P₀₃ a P₀₈, ou seja, da ponte Wall Ferraz até a região de pedras submersas, no bairro Pedra Mole), o qual este último apresentou a pior concentração (< 3 mg L⁻¹).

Temperatura da água

Observa-se na Figura 2, que a temperatura máxima média da água foi de 31,1 °C, nos pontos P₀₇ e P₀₉, influenciando, segundo Tucci (2002), a atividade biológica, a densidade e a qualidade química das águas, bem como, o crescimento dos organismos aquáticos. Verificou-se durante o monitoramento, que no mês de outubro foi registrada a maior temperatura na água (31,5 °C), por se

tratar de uma época mais seca, em que a temperatura do ar é mais elevada, em razão da maior intensidade solar.

O ponto P₀₁ apresentou a menor temperatura média da água (30 °C) durante todo o período de monitoramento que, de acordo com Borges (2003), a baixa temperatura na água, ocorre em função da menor altura média da lâmina d'água do rio (Tabela 5); devido seu curso ser mais definido e pela ausência de lançamentos canalizados de esgotos a montante do ponto amostrado (P₀₁) menos poluído.

A elevação da temperatura pode ter contribuído para que houvesse a limitação do processo de autodepuração e aumento das reações químicas no meio (Tucci, 2002), pois se verificou baixa concentração de Oxigênio Dissolvido (OD), em grande parte dos pontos amostrados (Tabela 2). Na Figura 3, observa-se que a temperatura média da água apresentou elevação gradual de junho até outubro, permanecendo constante entre julho e agosto (30 °C) e, em seguida, apresentando um crescimento discreto da sua amplitude térmica (0,2 °C) no mês de setembro (30,2 °C). Além disso, de outubro até a segunda quinzena de novembro, houve pequena redução da temperatura média da água de 31,5 para 31,1 °C, elevando-se em dezembro (31,2 °C).

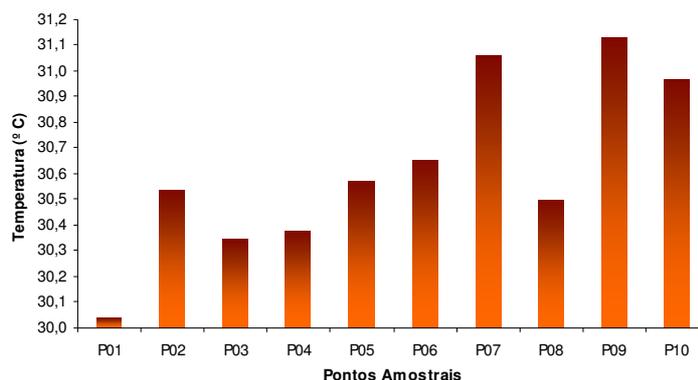


Figura 2. Temperatura média (A) e da água do rio Poty, ao longo do período de monitoramento, para todos os pontos amostrados.

Segundo Palma-Silva (1999), a temperatura da água sofre influência da temperatura do ar, em que as variações desta, implicam nas variações da temperatura da água, com menor intensidade, fato este constatado no presente estudo (Figura 3). O aumento observado pode ainda ter reduzido a densidade e a tensão de película, que é constituída de moléculas de água na camada superficial de contato com o ar, na região em que ocorre a troca de calor. Assim, o período de maior temperatura do ar (outubro a novembro) observado na Figura 3, provavelmente influenciou o comportamento térmico da água. De acordo

com Sperling (1996), o crescimento gradual da temperatura, pode ter promovido a redução da solubilidade de gases, influenciando na redução do OD, ou seja, no seu teor de saturação, no qual as moléculas de OD podem ter se tornado mais ágeis, passando à fase gasosa e modificando sua viscosidade. Resultado disso, foi comprovado com o mau cheiro em diversos pontos amostrais, provocado pela liberação dos gases de odores desagradáveis, sobretudo, a partir do P₀₇ (a jusante da lagoa de estabilização ETE Leste).

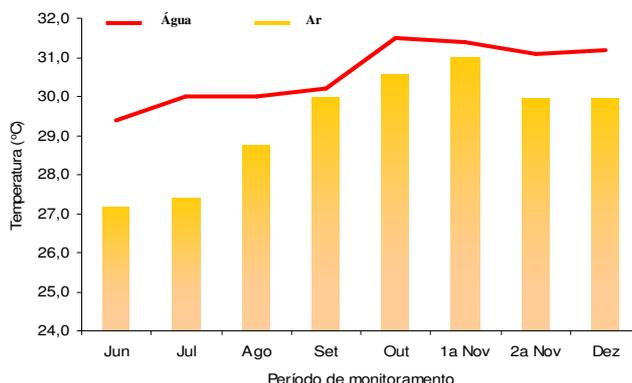


Figura 3. Temperatura na água, relativa à média do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty e temperatura do ar no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI.

Amônio (NH₄⁺) e Amônia (NH₃)

De acordo com a Tabela 3, a menor concentração média de NH₄⁺ ocorreu no mês de julho (0,27 mg L⁻¹) e o ponto P₀₁ foi o que obteve o menor teor médio, dentre os demais pontos amostrados (1,42 mg L⁻¹). No mês de outubro houve a concentração média mais elevada (4,18 mg L⁻¹). O ponto P₀₇ obteve o maior teor médio de NH₄⁺, sendo o mês de outubro que houve maior concentração (8,42 mg L⁻¹). Neste ponto isto ocorreu, provavelmente, em função

do ponto amostrado, está localizado a montante da ETE Leste e, devido aos intensos lançamentos a montante, que também favoreceram o carreamento de nutrientes ao longo do curso d'água. A concentração média de NH₄⁺ durante todo o monitoramento, esteve abaixo de 5 mg L⁻¹, ou seja, dentro do limite de normalidade para fins de irrigação (AYERS & WESTCOT, 1991), não sendo observados limites na resolução do CONAMA para consumo humano.

Tabela 3. Valores mensais e quinzenais de Amônio (mg L⁻¹) na água, relativos à média do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Ponto Amostrado	Período de monitoramento								
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro		Dezembro	Médias
						1ª Quinzena	2ª Quinzena		
P ₀₁	1,01	0,17	1,18	0,91	2,75	1,91	1,48	1,97	1,42
P ₀₂	1,05	0,21	1,40	1,43	3,06	2,36	1,49	2,53	1,69
P ₀₃	1,18	0,25	2,03	1,71	3,86	2,80	2,09	2,93	2,11
P ₀₄	1,61	0,27	1,61	1,45	3,59	2,42	2,02	3,33	2,04
P ₀₅	1,12	0,24	1,87	1,69	3,37	2,36	2,51	3,75	2,11
P ₀₆	1,18	0,28	1,76	1,68	3,68	2,54	2,82	3,70	2,21
P ₀₇	1,67	0,39	3,59	3,32	8,42	5,71	3,34	6,15	4,07
P ₀₈	1,58	0,46	2,61	2,06	6,80	5,82	3,30	8,22	3,86
P ₀₉	1,75	0,25	1,72	2,33	3,94	3,34	3,17	2,62	2,39
P ₁₀	1,52	0,22	1,45	1,31	2,29	2,15	2,35	2,59	1,74
Médias	1,37	0,27	1,92	1,79	4,18	3,14	2,46	3,78	

Na Tabela 4, observa-se que a concentração de NH_3 no ponto inicial foi de $0,04 \text{ mg L}^{-1}$, permanecendo-se quase inalterada de P_{02} até P_{06} e, a partir deste ponto, observa-se elevado crescimento até o ponto P_{09} , cuja concentração máxima foi de $0,11 \text{ mg L}^{-1}$. Provavelmente, a presença de NH_3 em altas concentrações foi, sobretudo, decorrente dos lançamentos de efluentes domésticos. Observa-se elevação gradual do teor de amônia, entre o ponto P_{07} e P_{09} , com variação de $0,09$ a $0,11 \text{ mg L}^{-1}$, em virtude do excesso de lançamentos a montante, identificados ao longo do rio. A menor concentração média de amônia foi registrada no mês de julho ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$), possivelmente, em função da menor carga orgânica de compostos lançados no leito d'água. O mês de outubro obteve a maior concentração média de amônia com $0,10 \text{ mg L}^{-1}$, em razão do período mais quente e seco, em que as baixas precipitações pluviométricas reduzem a capacidade de diluição dos efluentes e da reoxigenação do manancial, no processo de autodepuração.

A carga poluidora existente foi resultado da poluição gerada pelas atividades antrópicas, ou seja, pelos intensos lançamentos de efluentes no rio, conforme relatado por Mota (1995). Com base nisso, este parâmetro não completou seu processo bioquímico final, na transformação de nitrogênio, permanecendo ainda no rio, na forma de amônia, como o principal indicador da presença de esgotos e excrementos de animais (fezes e urina) no curso d'água. Segundo Silva et al. (2004), o limite estabelecido pelo CONAMA para as águas de Classe 2 é $0,02 \text{ mg NH}_3/\text{L}^{-1}$ (165 mg N m^{-3}); para as águas de Classe 3 é $1,00 \text{ mg N/L}$ ($1,215 \text{ mg NH}_3 \text{ m}^{-3}$), não sendo estabelecidos limites para as águas de classe 4. Com isso, a concentração de amônia nos pontos amostrados esteve acima dos limites estabelecidos para águas Classe 2, apresentando os piores resultados, sobretudo, nos pontos P_{07} a P_{09} devido à localização destes, a jusante da lagoa de estabilização ETE leste e, após área de operação de dragas no bairro Mocambinho, respectivamente.

Tabela 4. Valores mensais e quinzenais de Amônia (mg L^{-1}) na água, relativos à media do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Ponto Amostrado	Período de monitoramento								
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro		Dezembro	Médias
						1ª Quinzena	2ª Quinzena		
P_{01}	0,05	0,01	0,05	0,01	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04
P_{02}	0,04	0,01	0,04	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03
P_{03}	0,03	0,01	0,03	0,01	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03
P_{04}	0,03	0,01	0,03	0,01	0,04	0,04	0,01	0,03	0,03
P_{05}	0,03	0,01	0,04	0,01	0,04	0,05	0,02	0,05	0,03
P_{06}	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,05	0,02	0,05	0,03
P_{07}	0,04	0,01	0,12	0,03	0,11	0,23	0,03	0,15	0,09
P_{08}	0,03	0,01	0,06	0,03	0,54	0,10	0,04	0,07	0,11
P_{09}	0,04	0,01	0,23	0,02	0,06	0,08	0,05	0,42	0,11
P_{10}	0,03	0,01	0,09	0,01	0,04	0,05	0,09	0,06	0,05
Médias	0,04	0,01	0,07	0,02	0,10	0,07	0,04	0,09	

Profundidade

Na Tabela 5, verifica-se que 70 % dos pontos amostrados apresentaram profundidade média abaixo de 2 m, durante todo o monitoramento. Isto, possivelmente, ocorreu em virtude do excesso de materiais sedimentados no leito do rio, resultantes, sobretudo, de erosão e assoreamento, que o manancial vem sofrendo, ao longo dos anos. O fator contribuinte pode ser a queda de partículas sólidas das margens que não possuem cobertura vegetal, sendo então, carreadas pelo curso d'água, somando-se ainda à baixa velocidade e vazão das águas no rio, que podem gerar gradualmente a formação de bancos de areia. Os pontos P_{03} , P_{08} e P_{09} obtiveram os maiores valores de profundidade média (entre 2 e 3 m). A profundidade média

cresceu continuamente de junho até setembro, sendo neste, verificado a maior profundidade média (2,45 m), do período monitorado. Tal variação pode ter sido provocada pelo aumento no volume das águas a montante da área urbana ou pelo represamento que o rio Parnaíba exerce no Poty que favoreceram o aumento do nível das águas do manancial, já que neste período, a região de Teresina sofreu baixa pluviosidade (menor do que 10 mm).

As atividades de dragagem no curso do rio que necessitam retirar a vegetação das margens trazem como consequência, o acúmulo de materiais provindos dessa operação no leito do rio, elevando-se, assim, as possibilidades de carreamento dos sedimentos para o curso d'água.

Tabela 5. Valores mensais e quinzenais de profundidade (m) da água, relativos à média do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Ponto Amostrai	Período de monitoramento								
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro		Dezembro	Médias
						1ª Quinzena	2ª Quinzena		
P ₀₁	2,15	1,60	1,84	2,44	1,80	0,98	1,15	1,65	1,70
P ₀₂	1,08	1,35	1,30	1,81	1,26	0,98	1,20	1,03	1,25
P ₀₃	2,00	2,53	2,52	3,00	2,25	2,26	2,02	1,66	2,28
P ₀₄	1,40	1,49	1,58	2,30	2,23	1,81	1,56	1,51	1,74
P ₀₅	1,66	1,84	1,71	2,60	1,76	1,90	1,48	1,74	1,84
P ₀₆	1,48	1,37	1,83	2,44	1,84	1,80	1,41	1,63	1,73
P ₀₇	1,36	1,38	1,05	1,90	1,16	1,39	1,02	1,33	1,32
P ₀₈	2,51	2,83	2,29	3,00	3,11	3,07	3,14	3,05	2,87
P ₀₉	2,37	1,72	2,19	3,63	2,45	2,83	2,71	1,36	2,41
P ₁₀	1,25	0,73	1,11	1,36	1,71	1,42	1,20	1,38	1,27
Médias	1,73	1,68	1,74	2,45	1,96	1,84	1,69	1,63	

A baixa profundidade média do rio pode ser resultado das baixas precipitações pluviométricas e, ainda, devido aos sedimentos ou partículas do solo, restos das culturas das pequenas vazantes das margens, resíduos sólidos e outros materiais resultantes da erosão das encostas do manancial sobre o leito, ao longo do período. Estes materiais tendem a seguir para o fundo do rio, sedimentando-se devido à baixa velocidade e vazão de suas águas de escoamento. Além disso, a baixa luminosidade e maior profundidade causam deficiência na fotossíntese nas maiores profundidades, que podem ter contribuído também para o baixo teor de OD em alguns pontos amostrais.

Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Na Figura 4, o ponto P₀₈ apresentou a maior concentração de STD (185 mg L⁻¹), provavelmente, devido ao intenso lançamento de efluentes que o rio recebe ao longo de seu curso, tendendo a acumular cargas desses sedimentos, neste ponto de menor velocidade de suas águas. Isso ocorre em função da trajetória do manancial, que sofre o impacto por conta de um meandro e numerosas pedras submersas naquele trecho, que podem contribuir para a redução da vazão e velocidade das águas, bem como, da concentração maior de sais. Os valores analisados de STD encontram-se dentro do limite estabelecido pelo CONAMA (abaixo de 500 g L⁻¹) para águas Classe 2 (abastecimento humano).

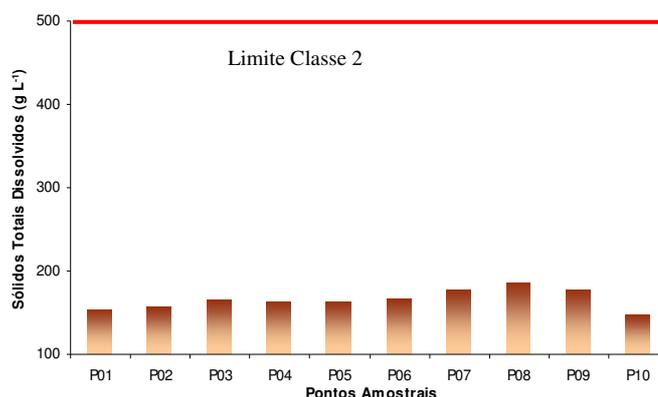


Figura 4. Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (g L⁻¹) da água, relativa à média do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Nitrato (NO_3^-)

A concentração de nitrato, a partir do ponto inicial até o ponto amostral P₀₅, cuja área é mais intensa de lançamentos, oscilaram de forma crescente de 0,29 a 0,72 mg L⁻¹ (Figura 5A) indicando que não houve conclusão do processo bioquímico do nitrogênio e, informando que em um período anterior ocorreram também despejos de efluentes na água, conforme trabalho realizado por Prado et al., (2004), segundo o qual, este resíduo é uma das formas nitrogenadas mais comuns presentes em águas que receberam descargas de esgotos. Verifica-se que de P₀₅ a P₀₆, houve uma queda da concentração de nitrato e, que novamente, iniciou-se o aumento gradativo do NO_3^- até atingir seu pico máximo no ponto P₀₉ (1,10 mg L⁻¹), localizado, após a área de dragagem mineral, no bairro Mocambinho. Este ponto destacou-se em relação aos demais porque sofreu maior influência da poluição pontual (esgoto doméstico), além da poluição difusa, por ser uma área onde há vários bairros nas proximidades do rio e, portanto, de acúmulo de nutrientes e arraste para o mesmo. Prado et al. (2004) ressalta também que as concentrações de nitrato acima de 5 mg L⁻¹, como foi observado no ponto P₁₀, podem ser um indicativo de que houve condições

sanitárias inadequadas naquele local, sendo que as principais fontes contribuintes seriam os dejetos humanos e de animais, responsáveis também pelo possível florescimento de algas no manancial.

Na Figura 5B, observa-se que a maior concentração média de nitrato no monitoramento ocorreu no mês de agosto (2,58 mg L⁻¹) e, apesar disso, todas se encontraram dentro do padrão recomendado pelo CONAMA, cujo limite estabelecido é de 10 mg L⁻¹. No entanto, sua presença, no curso d'água, inferiu que no meio havia matéria orgânica, das fontes de lançamentos domésticos e despejos verificados das ETE's na área urbana e, ainda pelo escoamento superficial de residências localizadas nas margens, lançados sobre o corpo receptor. O contínuo e intenso lançamento de efluentes domésticos sobre o rio pode resultar no excesso de nutrientes e íons na água, de forma que venha até aparecer, diferentes formas de vida aquática que não estariam presentes, em condições normais, resultando em um desequilíbrio ambiental, o que dificultaria a existência dos que estivessem ali anteriormente, devido às disputas, por alimento e oxigênio (GERARD et al., 2005).

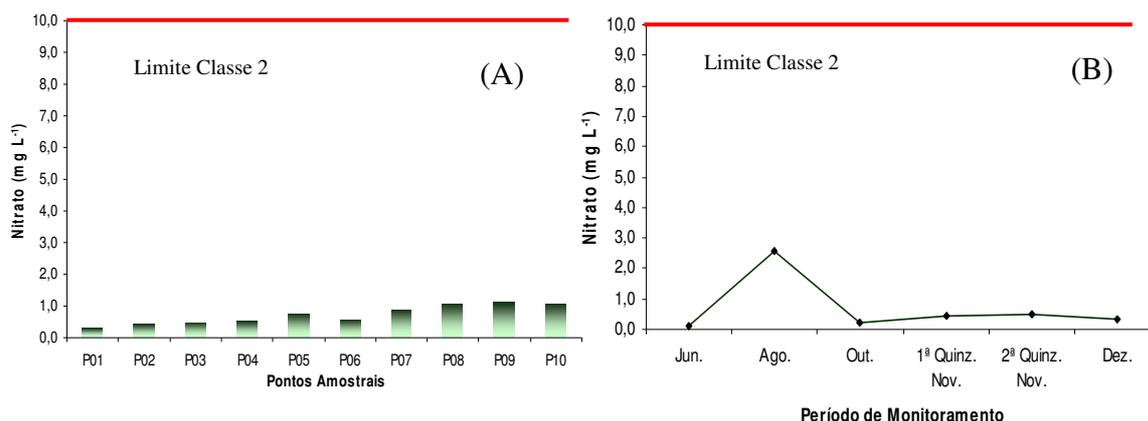


Figura 5. Concentração média de nitrato, ao longo da calha do rio Poty, para os pontos de coletas (A) e nos períodos de julho a dezembro (B).

Potencial de Oxi-Redução (ORP)

Verifica-se que o ORP apresentou-se abaixo de 200 mV em 50 % dos pontos amostrados. Os valores permitem avaliar o processo de oxidação da matéria orgânica que foi introduzida no corpo hídrico. Na Tabela 6, verifica-se que o mês de junho apresentou alto valor redox (193 a 361 mV) do monitoramento, indicando que havia melhores condições na água do manancial naquele mês, em função do conteúdo de oxigênio, enquanto que de agosto a dezembro, sobretudo, no ponto P₀₈ verificou-se valores negativos e positivos (-84 a 224). Isto ocorreu devido aos processos redutivos dominantes, da respiração anaeróbica de bactérias e, ainda, em virtude da contaminação (proteína de alimentos e excrementos) gerada, sobretudo, pelo provável acúmulo de efluentes naquele trecho. De certa

forma, a dificuldade de autodepuração do manancial é resultante da grande quantidade de oxigênio necessária para promover a oxidação da matéria orgânica, através do processo de digestão aeróbia, conforme estudos detectados por Vieira et al. (2004). Além disso, a água poluída pode inferir medidas de potencial redox bem inferiores à de água não poluída e ainda que estas reduções indiquem que a água é de má qualidade e deficiente em oxigênio.

O ponto P₀₈ apresentou também o menor valor no parâmetro de OD e, isto, possivelmente ocorreu em virtude da dificuldade do manancial em autodepurar a matéria orgânica, resultante da lenta difusão do oxigênio no meio. De acordo com Miozzo (2005), de maneira geral, a condição do redox exerce influência bastante considerável na química e bioquímica da água, pois várias funções (como respiração) dependem dela. Em geral, as variações

de ORP de forma espacial e temporal demonstram falta de equilíbrio entre as reações de oxidação (perda de elétrons) e redução (ganho de elétrons), em que a elevada espécie redox-ativa dissolvida e desconhecida na água está

demasiadamente oxidando um agente e reduzindo outro, segundo afirmam ESTADOS UNIDOS – YSI (2004) e Provitec (2005)

Tabela 6. Valores mensais e quinzenais de ORP (mV) na água, relativos à média do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Ponto Amostrai	Período de monitoramento							
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro		Dezembro
						1ª Quinzena	2ª Quinzena	
P ₀₁	193	209	220	222	92	215	199	97
P ₀₂	215	221	231	262	211	243	221	233
P ₀₃	226	114	62	106	134	70	234	257
P ₀₄	289	263	222	248	225	186	251	298
P ₀₅	304	87	207	120	254	251	233	317
P ₀₆	235	242	247	162	300	275	-7	38
P ₀₇	285	258	252	291	298	271	111	234
P ₀₈	267	0	-42	224	-79	-80	-7	-84
P ₀₉	335	189	-3	-39	138	-57	-13	200
P ₁₀	361	252	214	199	234	105	109	261

Clorofila-a

Na Tabela 7, observa-se pouca variação da clorofila-a nos primeiros pontos amostrais P₀₁ a P₀₃, devido à menor quantidade de efluentes naquele local, que contribuiu para a menor carga nutricional no rio. A menor concentração ocorreu no ponto P₀₄, com 7,94 µg L⁻¹. No entanto, verificou-se um aumento no ponto seguinte na região do Hospital do Meduna para 10,43 µg L⁻¹, ocorrido em maior proporção, em virtude do lançamento doméstico a montante do ponto amostral, que proporcionou o maior excesso de nutrientes na água. Verifica-se que a máxima concentração de clorofila-a, dentre as amostras analisadas ocorreu no ponto amostral P₀₇ com 15,52 µg L⁻¹, provavelmente, em função da localização do ponto amostrado situar-se a jusante da ETE Leste, fator contribuinte com cargas de esgotos tratados, mas que contém nutrientes que serão autodepurados pelo rio. Nos pontos em diante, essa concentração se reduziu, sobretudo, no ponto P₀₈, em que se verificou em vários trechos, degradação por erosão e solos expostos.

No ponto P₀₇, em que houve maior concentração de clorofila-a, também possui áreas de preservação ambiental como, o Zoobotânico e a Embrapa, onde a mata ciliar, em vários trechos degradados e outros conservados, além disso, observou-se que neste ponto o aspecto da coloração da água é verde escuro, apresentando uma aparente baixa velocidade. Na Tabela 7, verifica-se que a concentração de clorofila-a obteve um crescimento gradual de setembro até a segunda quinzena de novembro, respectivamente, 6,98 µg L⁻¹ e 16,09 µg L⁻¹, sendo neste registrado, o seu maior índice. Provavelmente a baixa profundidade média (Tabela 5) influenciou no nível, vazão e velocidade das águas, dificultando significativamente o processo de diluição dos nutrientes que foram lançados no manancial. Contudo, o aporte de nutrientes despejados, não foi suficiente para que houvesse durante o período de monitoramento, o fenômeno de florescimento excessivo das algas (eutrofização), como visto em anos anteriores. Os valores observados encontram-se dentro dos padrões recomendados pela resolução 357/05 do CONAMA (até 30 µg L⁻¹), para águas de Classe 2.

Tabela 7. Valores mensais e quinzenais de Clorofila-A ($\mu\text{g L}^{-1}$) na água, relativos à média do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Ponto Amostrual	Período de monitoramento								
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro		Dezembro	Médias
						1ª Quinzena	2ª Quinzena		
P ₀₁	3,80	8,09	6,70	6,89	9,33	11,44	15,65	11,18	9,14
P ₀₂	2,81	7,61	6,18	6,73	11,59	15,12	14,89	13,25	9,77
P ₀₃	3,08	8,73	6,34	8,70	7,73	12,41	12,67	11,94	8,95
P ₀₄	2,48	7,65	5,44	6,25	6,38	10,59	13,05	11,70	7,94
P ₀₅	2,89	11,28	8,02	8,77	12,04	13,33	15,46	11,66	10,43
P ₀₆	2,56	7,38	6,54	7,28	9,74	14,86	14,89	16,34	9,95
P ₀₇	4,10	9,32	11,06	10,64	15,47	28,29	20,67	24,64	15,52
P ₀₈	3,08	8,25	7,87	7,48	7,01	8,91	13,72	11,30	8,45
P ₀₉	3,24	8,68	7,87	3,26	6,99	13,27	16,45	17,88	9,71
P ₁₀	4,11	10,89	5,94	3,83	6,84	10,86	23,45	12,47	9,80
Médias	3,22	8,79	7,20	6,98	9,31	13,91	16,09	14,24	

Coliformes Termotolerantes

A variação da Unidade Formadora de Colônia para os pontos amostrados, durante todo o monitoramento foi de 113 a 1.230 UFC 100 mL⁻¹ (Figura 6A). Observa-se que em apenas 40 % dos pontos amostrais as águas doces foram classificadas como Classe 1, estando dentro do estabelecido pelo CONAMA, cujo limite é até 200 UFC 100 mL⁻¹. De acordo com Brasil (2005), recomenda-se ainda para abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário (resolução nº 274 do CONAMA); à aqüicultura e à atividade de pesca. O ponto P₀₆ apresentou o seu pico máximo de termotolerantes com 1.230 UFC 100 mL⁻¹, sendo constatada, Classe 3 conforme a resolução (nº 357/05) do CONAMA. Esta água é recomendada somente ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealistas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e dessedentação de animais.

A menor variação de termotolerantes ocorreu em virtude da menor quantidade de efluentes sobre o rio, nos pontos P₀₃, P₀₄, P₀₈ e P₀₉, com respectivamente, 150, 183, 173 e 113 UFC 100 mL⁻¹, sendo neste último, verificado o menor índice. Portanto, o uso da água é recomendado ainda para fins de balneabilidade (recreação de contato primário), sendo considerada de categoria excelente, segundo resolução nº 274 do CONAMA (até 250 UFC 100 mL⁻¹). Os pontos amostrais P₀₁ e P₁₀ com menos de 500 UFC 100 mL⁻¹, enquadraram-se como água muito boa; P₀₂ e P₀₇ com até 1.000 UFC 100 mL⁻¹, considerada água satisfatória, enquanto, o trecho do ponto amostral P₀₆ (1.230 UFC 100 mL⁻¹), considerada água imprópria para banho ou recreação de contato primário, devido ao não atendimento aos critérios estabelecidos anteriormente, sendo ultrapassados

os índices bacteriológicos admitidos para águas próprias segundo a resolução nº 274 do CONAMA.

O mês de setembro apresentou a menor variação de termotolerantes (120 UFC 100 mL⁻¹), possivelmente, em virtude da maior diluição da concentração de esgotos domésticos no manancial, decorrente da ligeira elevação da lâmina d'água (Figura 6B). Verificou-se que na segunda quinzena de novembro, o índice de coliformes foi o mais elevado (1.368 UFC 100 mL⁻¹), permitindo afirmar que o grande número de lançamentos de efluentes observados, bem como, possíveis ligações clandestinas podem ser os principais contribuintes da maior concentração de águas servidas poluídas. A presença de coliformes na calha do rio esteve relacionada com as principais fontes de poluição identificadas e com os usos das águas no manancial, pois as flutuações deste parâmetro ocorreram, em geral, pelo lixo e esgoto doméstico lançado no rio; recreação de contato primário, durante a pesca e lazer e; dessedentação de animais como vaca, cavalo e suíno, às margens do rio que contribuem com dejetos e excrementos, como afirma Proença et al. (2004) e, isto contribuiu para a elevação de coliformes termotolerantes na água. No mês de dezembro verificou-se uma queda brusca de coliformes (282 UFC 100 mL⁻¹) com relação à coleta de amostras anterior, como pode se observar na Figura 6B. Observou-se nesta última amostragem que o aspecto da água do rio estava mais límpido, sobretudo, nos pontos P₀₃, P₀₄ e P₀₉, onde se comprovou os menores índices de coliformes termotolerantes, possivelmente, devido às precipitações ocorridas em maior intensidade no período.

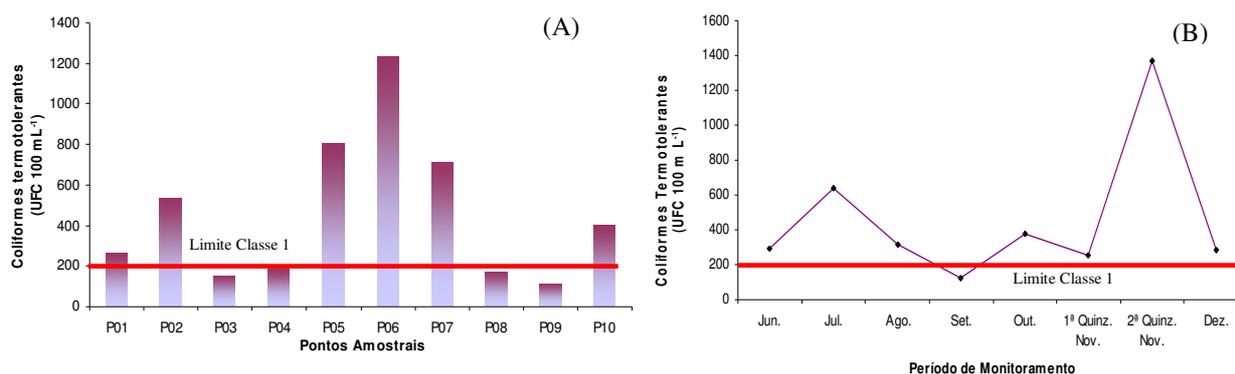


Figura 6. Concentração média da Unidade Formadora de Colônia nos pontos de coletas ao longo do período de monitoramento (A) e no período de junho a dezembro de 2004 (B), em Teresina, PI.

Coliformes Totais (CT)

De acordo com os dados da Tabela 8, a oscilação de CT para os pontos amostrados, durante o monitoramento foi de 495 a 1.973 UFC 100 mL⁻¹, sendo verificado no ponto P₀₂ maior índice de CT, com 1.973 UFC 100 mL⁻¹. De acordo com a portaria n° 518/04 os pontos amostrados não se apresentaram em conformidade com o padrão microbiológico estabelecido pelo Ministério da Saúde, cujo valor permitido para consumo humano é de ausência em 100 mL⁻¹. Durante os meses analisados,

verificou-se o mesmo comportamento nas variações de CT com os termotolerantes, devido à junção deste último com outros microorganismos que resultam na composição de CT. Assim, como naquele parâmetro de termotolerantes, a densidade de CT foi maior na segunda quinzena de novembro (Tabela 8), provavelmente, em razão das intensas descargas de efluentes lançados no manancial, sendo necessário o tratamento convencional para uso doméstico.

Tabela 8. Valores mensais e quinzenais de Coliformes totais (UFC 100 mL⁻¹), na água, relativos à media do perfil vertical (superfície, meio e fundo) do rio Poty, no período de junho a dezembro de 2004, em Teresina, PI

Ponto Amostral	Período de monitoramento								
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro		Dezembro	Médias
						1ª Quinzena	2ª Quinzena		
P ₀₁	120	120	120	180	2.340	360	4.980	1.080	1.163
P ₀₂	2.460	2.520	2.580	0	2.220	60	4.740	1.200	1.973
P ₀₃	780	960	720	60	0	180	1.380	0	510
P ₀₄	660	540	180	0	1800	720	1.140	180	653
P ₀₅	240	960	660	240	2.400	2.880	3.900	3.840	1.890
P ₀₆	2.160	3.960	900	360	1.200	420	4.800	960	1.845
P ₀₇	1.860	3.180	960	60	0	660	3.720	0	1.305
P ₀₈	480	780	120	60	0	300	2.220	0	495
P ₀₉	420	1.860	60	0	0	600	4.680	180	975
P ₁₀	240	1.200	1.980	240	1.140	660	3.420	180	1.133
Médias	942	1.608	828	120	1.110	684	3.498	762	

CONCLUSÕES

1. O monitoramento da qualidade hídrica no trecho do rio principal da microbacia do rio Poty mostrou-se com intenso grau de poluição e contaminação nos pontos amostrados, a saber, que não foram considerados pertencentes às Classes 1 e 2, sob alguns parâmetros, conforme a resolução n° 357/05 do CONAMA.
2. Houve aumento da poluição da água na área urbana e central do município e, segundo a resolução n° 357/05 do

CONAMA, a qualidade da água para fins de consumo humano está fora do limite recomendado (Classe 1) para os parâmetros biológicos e físico-químicos (NH₃ e Clorofila-a), estando as demais variáveis enquadradas dentro do limite estabelecido pela legislação.

3. A água do rio Poty não é considerada de boa qualidade para consumo humano, portanto, seu uso é apenas recomendado, após tratamento convencional ou avançado, conforme a resolução n° 357/05 do CONAMA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. *Regiões hidrográficas*. Disponível no site <<http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em: 30 de dezembro de 2004.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. *A qualidade da água na agricultura*. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem 29 (Revisado). Campina Grande – PB UFPB. trad: Gheyi, H.R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F.A.V. 1999, 218 p.
- BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de. *Dados Agrometeorológicos para o município de Teresina, PI*. (1980 – 1999). Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2000. 27p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 47).
- BORGES, M.J.; GALBIATTI, J.A; FERRAUDO, A.S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptadores de esgoto em cursos d'água da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. *Anais: Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v.8, n.2., p.161-171, 2003.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de março de 2005.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) resolução nº 20, de 18 de junho de 1986 (D.O.U. de 30.07.86). Decreto nº 88.351 de 1º de junho de 1983.
- D'AGUILA, P. S. ROQUE, O. C. da C.; MIRANDA C. A. S. e FERREIRA A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. *Caderno Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.16, n.3, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *"Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento de Qualidade de Água no Submédio do Rio São Francisco: Índice de Sustentabilidade Ambiental do Uso da Água (ISA_ÁGUA)"*. Sub projeto 1.4. Relatório técnico. Disponível no site <www.ana.gov.br/gefsf> Acesso em: 12 de janeiro/2005.
- ESTADOS UNIDOS. YSI Inc. *Sonda multiparâmetros*. Disponível em: <<http://www.ysi.com>>. Acesso em: 30 de dezembro/2004.
- GERARD, M.M. *Projeto Brasil das Águas: Pesquisa Científica e Cidadania*. Disponível em: <<http://www.brasildasaguas.com.br/>>. Acesso em: 01/01/05.
- LIMA, I.M.M.F.; OLIVEIRA, A.L.; FÉ, C.A.M. *Teresina Agenda 2015*. A cidade que queremos. Diagnósticos e Cenários: Meio Ambiente. Prefeitura Municipal de Teresina, 2002.
- MACHADO, P.A.L. *Direito Ambiental Brasileiro*. 12ª edição, revista, atualizada e ampliada. Editora MALHEIROS. São Paulo. 2004.
- MIOZZO, R. *Potencial de oxi-redução (Redox)*. Disponível em: <<http://www.aqua.brz.net/rep/marinho48.htm>>. Acesso em: 07 de março/2005.
- MOTA, S. *Preservação e Conservação de Recursos Hídricos*. 2ª Edição revisada e atualizada, Rio de Janeiro. Editora ABES, 1995.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *El decenio internacional del agua potable y del saneamiento ambiental: examen de la situación existente en los países en 31/Dic/1980*. Ginebra, 1985.
- PALÁCIO, H.A.Q.; ANDRADE, E.M.; NETO, J.A.C. Avaliação da Qualidade das Águas do Vale Perenizado do rio Trussu, para fins de Irrigação In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. *Anais*. São Luís. 30 de novembro a 03 de dezembro. 2004.
- PRADO, R.B.; MACEDO, J.R.; PEREZ, D. Monitoramento de Indicadores de Qualidade da Água como subsídio à Gestão de Recursos Hídricos em Microbacias do Município de São José de Ubá – RJ. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. *Anais*. São Luís. 30 de novembro a 03 de dezembro. 2004.
- PROENÇA, C.N.O.; MEDEIROS, Y.D.P.; CAMPOS, V.P. Metodologia para definição de parâmetros de qualidade da água visando o enquadramento de corpos d'água em região semi-árida. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. *Anais*. São Luís. 30 de novembro a 03 de dezembro. 2004.
- DA SILVA, F. J. A.; OLIVEIRA, G.; CAMPOS, R. E. CYSNE, A. P. Matéria orgânica e oxigênio dissolvido nas águas de um rio urbano em Fortaleza, Ceará. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. *Anais*. São Luís. 30 de novembro a 03 de dezembro. 2004.
- SPERLING, M.V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 2ª Edição. Belo Horizonte:

REVISTA VERDE DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
GRUPO VERDE DE AGRICULTURA ALTERNATIVA (GVAA)

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental;
Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Editora
UFRGS/ABRH. 3ª ed. Coleção ABRH, v. 4, 2002

VIEIRA, M. R. ; LOPES, W. T. A. ; SILVA, M. R. S. ;
LIMA, J. E. F. W. Critérios para alocação de Pontos de
Monitoramento de Qualidade de Água. In: VII Simpósio de
Recursos Hídricos do Nordeste. *Anais*. São Luís. 30 de
novembro a 03 de dezembro. 2004.