

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM: QUALIDADE DA ÁGUA

*Carlos Alexandre Borges Garcia*¹; *Simonise Figueiredo Amarante*²; *Antenor de Oliveira Aguiar Netto*³; *Anderson Nascimento do Vasco*⁴; *Helenice Leite Garcia*⁵ & *Marinoé Gonzaga da Silva*⁶

RESUMO – O crescente aumento das cidades brasileiras, de forma desordenada, tem provocado como efeito mais direto, a degradação dos recursos hídricos, observando-se a redução da qualidade e da quantidade dos mananciais disponíveis. A bacia hidrográfica do rio Poxim apresenta como principais afluentes os rios Poxim-Açu, Poxim-Mirim e Pitanga, e integra a bacia hidrográfica do rio Sergipe. Nesse trabalho, foi avaliada a qualidade da água da bacia do rio Poxim através da medida de um conjunto de parâmetros químicos selecionados considerando o uso da água para consumo humano e para manutenção da vida aquática mensurando os indicadores de possíveis fontes de poluição. Através deste estudo foi possível constatar que a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Poxim encontra-se comprometida principalmente no que se refere à concentração de oxigênio dissolvido e à presença de coliformes totais e temotolerantes. Ressaltam-se, como resultado principal, os valores da concentração de oxigênio ficaram abaixo de 4 mg.L⁻¹, chegando a atingir níveis muito baixos (<2mg.L⁻¹) no período chuvoso.

ABSTRACT– The uncontrolled growth of Brazilian cities has led to more direct effect, degradation of water resources, with a reduction in the quality and quantity of available water sources. The Poxim river hydrographic sub-basin, has as its main tributaries, the rivers Poxim-Açu, Poxim-Mirim and Pitanga, and composes the Sergipe River hydrographic basin. In this study, was evaluated the water quality by measuring a set of chemical parameters, selected based on the use of water for human consumption, aquatic life and maintenance of indicators of possible sources of pollution. Through this study it was found that the water quality of river basin Poxim is engaged mainly in relation to dissolved oxygen and total coliforms and temotolerantes. The levels were below 4 mg/L, reaching extremely low values (<2 mg/L) during the rainy period.

Palavras-Chave – Bacia Hidrográfica, Rio Poxim, Qualidade da água

1) Professor Associado da UFS, LQA-DQI, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000, cgarcia@ufs.br

2) Graduada do curso de Engenharia Química da UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000.

3) Professor Associado da UFS, DEA, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000.

4) Doutoranda PRODEMA, UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000.

5) Doutoranda em Engenharia Química - DEQ-UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE - CEP: 50670-901.

6) Doutoranda PRODEMA, UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000.

1. INTRODUÇÃO

A forma desordenada de crescimento das cidades brasileiras tem provocado a degradação dos recursos hídricos como efeito mais direto, observando a redução da qualidade e da quantidade dos mananciais disponíveis. Em virtude disto, os aspectos conflitantes quanto ao uso correto da água são gerados e evidenciados nas dimensões ambiental, econômica e social como consequência desse crescimento. O cenário em Sergipe não é diferente, as bacias hidrográficas do estado apresentam inúmeros problemas decorrentes de ações antropogênicas. Nesse sentido, a preocupação crescente com a disponibilidade hídrica no que diz respeito a sua qualidade e quantidade vêm estimulando o estudo da dinâmica dos reservatórios e demais corpos d'água, uma vez que a escassez hídrica pode ocorrer mesmo em regiões onde existem grandes mananciais, e muitas vezes decorrem da gestão e manejo inadequados dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica (SILVA, 2006; SILVA *et al*, 2006; SILVA *et al*, 2009).

A bacia hidrográfica do rio Poxim, apresenta como principais afluentes os rios Poxim-Açu, Poxim-Mirim e Pitanga. Integra bacia hidrográfica do rio Sergipe, que apresenta 56,5 % da população total do Estado, sendo que deste percentual 86,6 % reside nas áreas urbanas (SERGIPE, 2012a)

Essa bacia é fundamental para o abastecimento de água para a capital do Estado, Aracaju. No passado, a bacia hidrográfica do rio Poxim contribuía com 70 % do abastecimento, atualmente, contribui com cerca de 40 %, devido à ausência de planejamento urbano e territorial, que incorre no lançamento de efluentes domésticos e industriais em suas águas sem o prévio tratamento (AGUIAR NETTO *et al.*, 2007). Além disso, os mananciais do rio Pitanga e do rio Poxim, que formam o sistema Cabrita, respondem com 10 % e 27 % do fornecimento de água, respectivamente (SERGIPE, 2012b).

Persistindo esse quadro, a contribuição da bacia hidrográfica do rio Poxim para o abastecimento doméstico tende a diminuir, pois em uma década a população desta unidade de planejamento aumentou em mais de 20 % (IBGE, 2001; IBGE, 2010), aumentando o lançamento de efluentes nos mananciais e deposição inadequada dos resíduos sólidos, degradando assim a qualidade da água.

Outro fator a ser considerado para a degradação dos recursos hídricos é referente ao uso e ocupação do solo, uma vez que estes aspectos interferem no ciclo hidrológico e, por consequência, na qualidade da água. Uma bacia hidrográfica ocupada por floresta ou mata, apresenta uma

qualidade da água melhor em relação a uma bacia hidrográfica urbanizada. Por isso a gestão de bacias hidrográficas é fundamental para a garantia de que se tenha água de qualidade e em quantidade suficiente para atender as necessidades atuais e das gerações futuras, em seus diversos usos múltiplos da água (SREBOTNJAK *et al*, 2012).

Dessa forma, como resultado do rápido desenvolvimento econômico e urbanização, a poluição da água e degradação de ecossistemas aquáticos ocasionam prejuízos às funções e integridade dos recursos hídricos. Assim, antes de propor estratégias de melhoria para a gestão ambiental, é necessário avaliar a qualidade da água de diferentes áreas (SONG *et al*, 2011).

Além do abastecimento humano, as águas da bacia hidrográfica do rio Poxim são destinadas à irrigação e uso industrial. A Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), estabelece que o abastecimento humano deve ser realizado com águas doces das classes: Especial (com desinfecção), Classe 1 (após tratamento simplificado), Classe 2 (após tratamento convencional) e Classe 3 (após tratamento convencional ou avançado). Nesse sentido, o rio Poxim deve estar enquadrado até a Classe 2, uma vez que a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) realiza o tratamento convencional das águas que abastecem Aracaju. A elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos, a bacia hidrográfica do Rio Poxim apresenta águas doces e deve ter como enquadramento de referência, a Classe 1 para o rio Poxim-Açu e Pitanga e Classe 2 para o rio Poxim-Mirim (SERGIPE, 2009).

1.1. Qualidade da Água

A água é um bom solvente, por isso recebe, dilui e transporta efluentes que a todo o momento são lançados nos rios. Mesmo em um rio com suas características originais preservadas, a qualidade da água irá depender de fatores como tipo e uso do solo, vegetação, clima, geologia da bacia hidrográfica. Dessa forma, ressalta-se que na natureza não existe água quimicamente pura. A qualidade da água, antes de tudo, refere-se, não a um estado original de pureza, mas, sobretudo, a características químicas, físicas e biológicas que os corpos d'água devem apresentar de acordo com os múltiplos usos a que se destinam.

As atividades antropogênicas, desenvolvidas em uma bacia hidrográfica, alteram as características físico-químicas da água causando poluição ou contaminação. Por poluição entende-se modificação nas condições naturais de um recurso hídrico que o torne prejudicial para os seres que dependem desta água, ou ainda que dificulte ou impeça algum tipo de uso. Já a contaminação, ocorre quando a poluição torna-se prejudicial à saúde humana (LORANDI e CANÇADO, 2008).

A poluição pode ser de origem pontual ou difusa. Dentre as principais fontes de poluição hídrica pontual destacam-se: o lançamento de efluentes domésticos e industriais, sem tratamento prévio; a disposição inadequada de resíduos sólidos. São exemplos de fontes de poluição difusa: as atividades agropecuárias, através dos agroquímicos, fertilizantes e adubos de origem animal, e excrementos provenientes da criação intensiva de animais. O manejo inadequado do solo, também provoca poluição, através dos processos erosivos e de assoreamento.

As principais substâncias relacionadas com a poluição hídrica são classificadas em vários grupos: patógenos, nos quais estão inseridas as bactérias, vírus e protozoários; o poluentes inorgânicos, com destaque para os ácidos, sais e metais tóxicos; ânions e cátions (nitratos, fosfatos, sulfatos, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, carbonatos, dentre outros); substâncias radioativas solúveis em água; compostos orgânicos como óleos e agroquímicos. Todas estas substâncias, se excederem um determinado valor limite, podem ser prejudiciais e causar sérios problemas à saúde humana e nos ecossistemas (AZIZULLAH, 2011).

Dessa forma, a Resolução de Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005, definiu parâmetros que estabelecem limites aceitáveis de substâncias estranhas, considerando os diferentes usos da água. Os corpos d'água doces, salobras e salinas foram classificados em treze classes, sendo cinco classes de água doce, com salinidade inferior a 0,5%, quatro salobras, salinidade entre 0,5 e 30%, e quatro classes salinas, salinidade superior a 30% (BRASIL, 2005).

Contudo, para ser considerada adequada para consumo humano, a água deve ser potável. Neste sentido, a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, regulamentada pelo Ministério da Saúde, estabelece os padrões de potabilidade, ou seja, regulamenta os valores máximos permitidos (VMP) de um conjunto de parâmetros que definem as características físicas, químicas e biológicas que a água deve apresentar para ser considerada potável (BRASIL, 2004).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Procedimentos Metodológicos

A metodologia adotada neste trabalho foi a análise dos parâmetros de acordo com a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, 20th ed. APHA(1998).

Os critérios de qualidade da água adotados neste trabalho levam em conta os aspectos físicos, químicos e biológicos.

a) Parâmetros físicos: temperatura, turbidez, condutividade elétrica, sólidos presentes na água.

b) Parâmetros Químicos: pH, oxigênio dissolvido (OD), dureza, salinidade, nitrogênio -nitrito, nitrato - demanda biológica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e componentes inorgânicos.

c) Parâmetros biológicos: coliformes termotolerantes, totais e clorofila.

2.2. Amostragens e Análises

O monitoramento foi realizado em seis campanhas trimestrais de amostragem, no período de fevereiro de 2010 a novembro de 2011 (Tabela 1) em 7 estações distribuídas ao longo da bacia hidrográfica do rio Poxim (Figura 1). As estações 1 a 4 estão localizadas no rio Poxim-Açu, a estação 5 localiza-se no rio Poxim Mirim, a estação 6 no rio Poxim, e a estação 7 no rio Pitanga (Tabela 2).

Tabela 1: Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Poxim

CAMPANHA	DATA	PERÍODO
1	09 e 10 de Fevereiro de 2010	seco
2	18 e 19 de Maio de 2010	chuvoso
3	16 e 17 de Agosto de 2010	chuvoso
4	15 de Novembro de 2010	seco
5	16 de Fevereiro de 2011	seco
6	05 de Julho de 2011	chuvoso

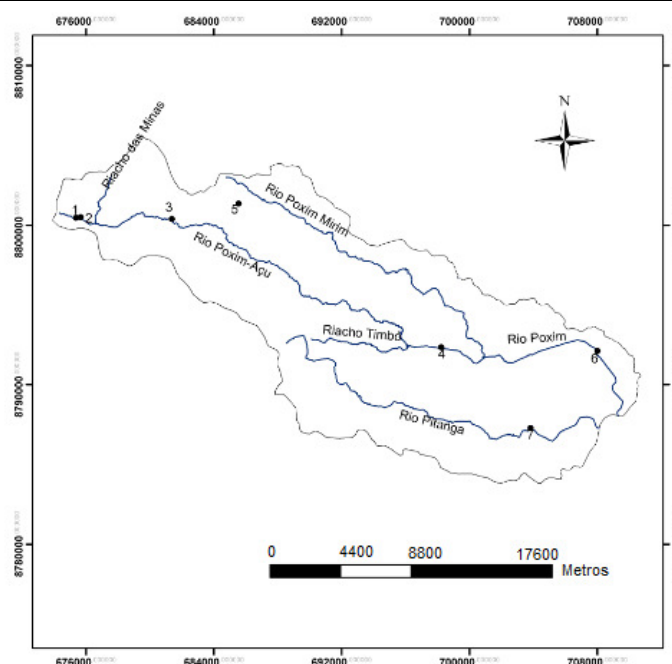


Figura 1: Localização das estações de coleta de água na bacia hidrográfica do rio Poxim.

Tabela 2: Estações de amostragem da água na bacia hidrográfica do rio Poxim

<i>Estações</i>	<i>Descrição</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>
1	Rio Poxim-Açu, próximo ao Povoado Cajueiro	675372	8800462
2	Rio Poxim-Açu, área de reflorestamento	675665	8800487
3	Rio Poxim-Açu, próximo ao Assentamento Rural 8 de Março	681371	8800374
4	Rio Poxim-Açu no IFS	698228	8792344
5	Próximo à nascente do rio Poxim-Mirim, área de monocultura (cana-de-açúcar)	685545	8801339
6	Rio Poxim, próximo ao Campus da UFS, ponto de coleta da DESO	707997	8792105
7	Rio Pitanga no povoado Cabrita, ponto de coleta da DESO	703814	8787416

3. RESULTADOS E DISCURSÃO

Os descritores estatísticos calculados para as variáveis da qualidade da água do rio Poxim estão representados na Tabela 3, enquanto que na Tabela 4 são apresentados os valores para os parâmetros gerais.

Os valores de temperatura variaram entre 23°C e 33°C (Tabela 3), sendo que a temperatura máxima foi verificada em novembro de 2010, como verificado por Alves *et al* (2007), já a mínima foi verificada no mês de julho de 2011. A temperatura é uma variável que está diretamente relacionada com a solubilidade dos gases nos corpos d'água, em especial do oxigênio dissolvido, assim como às variações de pH.

O pH é um parâmetro fundamental para os ecossistemas aquáticos, contudo devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo sua interpretação torna-se complexa (ESTEVES, 1998). Com relação aos valores de pH encontrados, o máximo foi de 7,8 e o mínimo de 3,7 (Tabela 3). Vale ressaltar que, a Resolução n° 357 do CONAMA, estabelece uma faixa de 6,0 a 9,0, para as classes 1 e 2, e 47,4 % das amostras apresentaram valores inferiores ao mínimo para estas classes (Tabela 4 e Figura 2).

De um modo geral, de acordo com os valores encontrados, as águas do rio Poxim apresentam caráter ácido, sendo que os menores valores foram verificados nas Estações 1 e 2, ou seja, na nascente do rio Poxim-Açu e na área de reflorestamento do mesmo rio respectivamente (Tab. 4). Verifica-se que estes dois trechos do rio caracterizam-se pela grande presença de matéria orgânica, proveniente da vegetação circundante, assim o pH ácido nesses pontos, pode ser explicado

Tabela 1: Descritores estatísticos para qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Poxim/SE

Parâmetro		Estação						
		1	2	3	4	5	6	7
Temperatura (°C)	máximo	33,0	26,0	33,0	30,0	28,0	33,0	31,0
	mínimo	24,0	24,0	23,0	23,0	23,0	24,0	24,0
	média	26,5	25,0	26,5	27,2	26,0	28,8	27,2
pH	máximo	5,9	4,6	6,3	7,1	6,8	7,0	6,3
	mínimo	4,1	4,3	5,1	6,2	5,7	5,9	5,4
	média	5,3	4,5	5,6	6,7	6,1	6,4	6,0
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	máximo	132,0	80,0	82,0	213,0	176,0	317,0	152,0
	mínimo	57,6	43,2	42,0	105,9	86,6	103,0	61,0
	média	87,6	61,6	59,5	163,3	130,8	210,2	110,0
Turbidez (UNT)	máximo	15,6	12,3	25,2	421,1	195,0	88,5	172,2
	mínimo	1,3	5,8	4,4	13,1	5,4	8,8	5,4
	média	6,5	9,1	11,9	93,5	49,9	31,6	49,5
Cor	máximo	137,0	56,3	73,5	57,2	29,6	43,5	40,2
	mínimo	3,9	22,2	6,3	4,8	2,6	10,4	4,1
	média	60,1	39,3	41,1	31,1	18,4	27,7	26,1
Sólidos Totais Dissolvidos (mg.L^{-1})	máximo	67,0	74,0	41,0	99,0	84,0	151,0	76,0
	mínimo	22,0	18,0	19,0	25,0	28,0	23,0	28,0
	média	42,2	46,0	27,0	72,2	59,8	95,2	56,1
Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1})	máximo	6,7	4,1	8,5	7,9	8,2	7,9	8,1
	mínimo	2,1	3,8	7,0	2,9	6,4	1,2	4,5
	média	3,6	4,0	7,9	6,5	7,2	3,3	6,2
Alcalinidade ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	máximo	35,1	2,7	96,4	93,0	43,0	99,2	16,3
	mínimo	5,1	1,6	5,9	41,0	13,9	10,1	7,9
	média	11,6	2,2	22,8	52,6	22,8	65,2	13,8
Dureza ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	máximo	90,7	61,3	210,7	132,3	112,7	188,7	132,3
	mínimo	21,6	49,0	23,5	25,5	26,5	25,5	27,4
	média	40,8	55,1	90,4	93,5	66,9	96,8	58,8
N-NH_4^+ (mg.L^{-1})	máximo	0,333	0,018	0,266	0,312	0,337	0,361	0,344
	mínimo	0,070	0,018	0,003	0,059	0,023	0,305	0,023
	média	0,201	0,018	0,135	0,186	0,157	0,333	0,184
N-NO_2^- (mg.L^{-1})	máximo	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	mínimo	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	média	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
N-NO_3^- (mg.L^{-1})	máximo	4,761	1,454	3,433	4,280	6,993	3,787	5,944
	mínimo	0,112	0,376	0,156	0,045	0,652	0,176	0,165
	média	1,423	0,915	1,205	1,482	3,012	1,909	1,541
P-PO_4^{3-} (mg.L^{-1})	máximo	0,216	0,216	0,182	0,157	0,230	0,120	0,157
	mínimo	0,016	0,216	0,182	0,157	0,230	0,120	0,106
	média	0,099	0,216	0,182	0,157	0,230	0,120	0,106
Ntotal (mg.L^{-1})	máximo	44,240	5,582	7,275	5,231	8,108	5,955	6,983
	mínimo	0,448	0,673	0,336	1,120	1,232	0,422	0,840
	média	11,483	3,128	3,224	2,531	4,051	3,038	2,478
Ptotal (mg.L^{-1})	máximo	0,003	0,003	0,020	0,053	0,139	0,027	0,086
	mínimo	0,002	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003	0,034
	média	0,002	0,003	0,015	0,015	0,039	0,020	0,048
Clorofila ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	máximo	47,280	3,551	9,795	17,350	4,402	4,553	7,242
	mínimo	1,296	2,750	0,840	0,639	0,000	0,182	0,719
	média	17,423	3,151	3,891	5,959	1,585	2,540	3,463
Na^+ (mg.L^{-1})	máximo	55,46	7,23	7,22	20,11	14,45	22,42	37,16
	mínimo	4,37	5,74	5,00	9,78	6,68	7,97	7,39
	média	13,67	6,64	5,99	12,87	10,92	14,52	14,09
K^+ (mg.L^{-1})	máximo	5,79	1,50	1,20	1,28	0,89	1,57	1,86
	mínimo	0,85	0,79	0,31	0,63	0,38	0,25	0,55
	média	1,99	1,12	0,56	0,87	0,52	0,99	0,95
Ca^{2+} (mg.L^{-1})	máximo	13,49	3,34	2,48	23,56	13,78	20,42	5,31
	mínimo	1,24	1,47	0,92	1,32	1,30	1,69	1,78
	média	4,58	2,45	1,72	14,70	5,55	13,90	3,14
Mg^{2+} (mg.L^{-1})	máximo	8,91	1,37	1,47	3,50	2,69	3,64	6,67
	mínimo	0,77	1,12	1,01	1,91	1,19	1,74	1,38
	média	2,35	1,21	1,27	2,57	2,26	2,85	2,48
Cl^- (mg.L^{-1})	máximo	82,71	13,31	15,63	31,39	23,88	34,22	48,82
	mínimo	9,99	11,50	10,52	16,63	10,37	20,53	14,63
	média	23,44	12,41	12,26	22,86	19,59	25,85	23,45
SO_4^{2-} (mg.L^{-1})	máximo	3,77	2,81	2,07	3,63	3,04	3,57	2,77
	mínimo	1,41	1,16	0,97	1,38	1,19	1,55	1,50
	média	2,67	1,82	1,49	2,66	2,19	2,38	2,01
Coliforme Total (NMP.100mL ⁻¹)	máximo	43000,0	2800,0	3500,0	9200,0	3500,0	2400,0	5400,0
	mínimo	230,0	540,0	39,0	120,0	69,0	230,0	230,0
	média	7641,7	1670,0	808,2	2073,3	879,7	970,0	1165,0
Coliforme Termotolerantes (NMP.100mL ⁻¹)	máximo	1700,0	2800,0	790,0	9200,0	1100,0	1600,0	1300,0
	mínimo	40,0	240,0	39,0	69,0	22,0	68,0	34,0
	média	420,0	1520,0	269,8	1653,0	401,7	441,3	327,3

Tabela 2: Parâmetros gerais de qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Poxim/SE

Campanha	Estações	T _{água} °C	pH	CE μS.cm ⁻¹	Turb. UNT	Cor Pt-Co	STD mg.L ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Alc. mg.L ⁻¹ (CaCO ₃)	Dur. mg.L ⁻¹ (CaCO ₃)
1ª Campanha	1	25,0	5,6	68,0	1,3	3,9	34,0	2,1	5,8	27,4
	3	24,0	6,3	54,0	4,6	6,3	19,0	8,5	6,8	33,3
	4	30,0	6,3	203,0	21,8	15,4	69,0	2,9	93,0	129,4
	5	24,0	6,8	121,0	29,9	16,7	50,0	8,2	43,0	78,4
	6	29,0	6,3	103,0	16,0	11,5	34,0	7,9	10,1	25,5
2ª Campanha	7	25,0	6,3	108,0	5,4	4,1	51,0	7,2	16,3	41,2
	1	26,0	4,6	62,0	7,5	64,2	27,0	3,8	8,2	29,4
	3	27,0	5,7	48,0	9,2	32,0	23,0	7,6	96,4	58,8
	4	29,0	7,1	107,0	37,0	4,8	62,0	7,3	41,0	92,1
	5	28,0	6,3	101,0	18,4	2,6	47,0	6,4	16,9	54,9
3ª Campanha	6	31,0	7,0	123,0	19,0	10,4	72,0	1,5	54,0	82,3
	7	29,0	6,3	61,0	39,6	9,3	28,0	4,5	15,3	37,2
	1	26,0	3,7	94,0	4,9	137,0	47,0	6,7	35,1	21,6
	3	27,0	5,1	80,0	9,3	73,5	35,0	8,1	5,9	23,5
	4	29,0	6,6	169,0	22,8	57,2	84,0	7,9	48,3	96,0
4ª Campanha	5	28,0	6,0	141,0	12,9	29,6	71,0	7,0	23,7	43,1
	6	31,0	6,0	136,0	8,8	40,2	67,0	5,5	12,8	27,4
	7	29,0	6,7	305,0	15,5	42,6	150,0	4,0	79,2	133,3
	1	33,0	4,9	132,0	3,4	62,6	67,0	2,6	5,1	26,5
	3	33,0	5,7	82,0	4,4	42,6	41,0	7,0	9,5	125,4
5ª Campanha	4	27,0	6,9	182,0	13,1	29,4	94,0	6,2	45,9	25,5
	5	28,0	6,0	159,0	5,4	16,9	84,0	6,7	13,9	26,5
	6	33,0	6,6	263,0	11,2	26,7	141,0	3,7	63,2	87,2
	7	29,0	6,2	152,0	15,3	31,1	76,0	5,7	14,7	51,0
	1	25,0	5,2	112,0	15,6	45,0	56,0	3,1	7,2	49,0
6ª Campanha	2	26,0	4,6	80,0	12,32	22,2	74,0	4,1	1,6	61,3
	3	25,0	5,8	51,0	25,2	32,8	25,0	7,6	12,0	90,7
	4	25,0	6,8	213,0	45,2	30,4	99,0	6,9	44,1	132,3
	5	25,0	5,9	176,0	37,7	20,0	79,0	7,3	20,2	85,8
	6	27,0	6,1	317,0	46,3	31,7	151,0	1,6	85,7	188,7
7ª Campanha	7	25,0	5,8	139,0	49,0	35,5	69,0	6,2	15,9	63,7
	1	24,0	4,1	57,6	6,2	47,8	22,0	3,5	7,9	90,7
	2	24,0	4,3	43,2	5,78	56,3	18,0	3,8	2,7	49,0
	3	23,0	5,1	42,0	19,0	59,6	19,0	8,5	6,4	210,7
	4	23,0	6,2	105,9	421,1	49,4	25,0	7,6	43,5	85,8
8ª Campanha	5	23,0	5,7	86,6	195,0	24,8	28,0	7,3	19,1	112,7
	6	24,0	5,9	150,3	88,5	43,5	23,0	1,2	99,2	63,7
	7	24,0	5,4	64,0	172,2	36,3	45,3	8,1	7,9	132,3

CE = condutividade elétrica; Turb. = turbidez; STD = sólidos totais dissolvidos; OD = oxigênio dissolvido; Alc. = alcalinidade; Dur. dureza

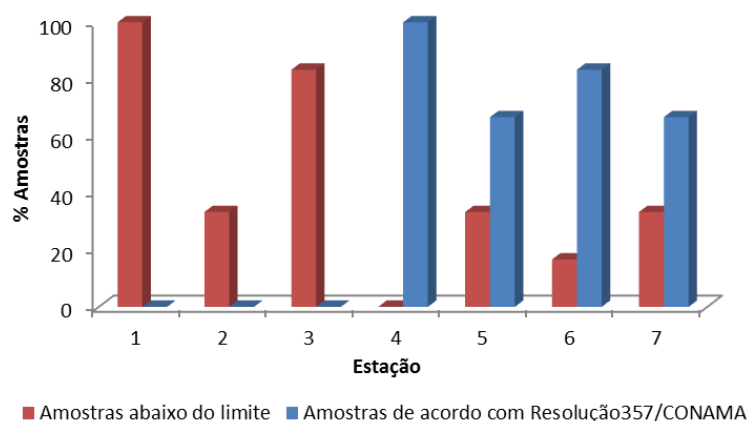


Figura 1: Frequência de amostras de pH de acordo com a Resolução 357/CONAMA para classe 1 de águas doces

pelas reações que ocorrem para a decomposição dessa matéria orgânica. Percebe-se ainda, que o pH tende a aumentar da nascente em direção à foz.

Ainda de acordo com Esteves (1998), valores baixos de pH fornecem indício de ausência de substâncias tamponadoras (bicarbonato e carbonato) em solução. Este fato é evidenciado pelos resultados da figura 3, onde o aumento de pH é acompanhado do aumento da alcalinidade e da dureza.

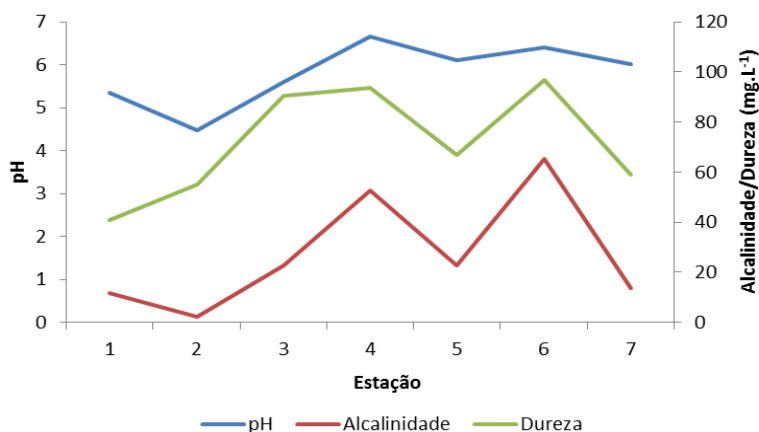


Figura 2: Variação das concentrações da alcalinidade e dureza (esquerda) e valores de pH (direita)

A alcalinidade indica a concentração de carbonato, bicarbonato e hidróxido, sendo que a distribuição entre estas três formas na água é função do pH. A alcalinidade também está associada à dureza e ao elevado grau de mineralização da água. Já a dureza é causada principalmente pela presença de sais de cálcio e magnésio, entretanto, íons polivalentes como ferro, alumínio, manganês e zinco também podem contribuir para variação da dureza da água (ALVES *et al.*, 2007, VON SPERLING, 1996). Como os valores de pH variaram entre 7,8 e 3,7, a alcalinidade deve-se apenas ao bicarbonato. Os valores encontrados para alcalinidade estiveram entre 99,2 e 1,6 mg.L⁻¹ de CaCO₃, com um valor médio de 29,9 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (Tabela 3)

Referente à dureza, os valores variaram entre 210,7 e 21,6 mg.L⁻¹ de CaCO₃, com um valor médio de 73,5 mg.L⁻¹ de CaCO₃. A dureza para o rio Poxim é caracterizada como moderada (50 a 150 mg.L⁻¹ de CaCO₃), exceto para a estação 3, campanha 6 (Tabelas 3 e 4).

A turbidez representa a interferência da concentração de partículas suspensas na água obtida a partir da passagem de um feixe de luz através da água. Logo, a turbidez é uma variável de importância fundamental no monitoramento de bacias hidrográficas, sendo um indicador em programas de manejo e conservação do solo. (LIBÂNIO, 2005; HERMES *et al.*, 2006).

No período chuvoso houve aumento nos valores da turbidez, com um valor médio para esta estação de 58,6 UNT, enquanto que no período seco esta média foi de 19,1 UNT. O mesmo fato foi observado com a cor, com valores médios de 43,2 Pt-Co e 25,5 Pt-Co, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Este aumento pode ser explicado pelo incremento do conteúdo de material particulado e matéria orgânica no rio através do escoamento superficial. Os valores de turbidez excederam os limites da resolução supracitada para classe 1 (40 UNT) na quinta (estações 6 e 7) e

sexta campanhas (estações 4, 6 e 7). Como o rio Poxim-Mirim tem como enquadramento de referência a classe 2 de águas doces, houve extrapolação dos valores de turbidez (100 UNT) na quinta campanha.

A cor da água de um manancial pode ser resultante da presença de compostos de ferro e manganês ou do lançamento de diversos tipos de resíduos industriais. Os compostos orgânicos que atribuem cor às águas naturais podem ser provenientes, principalmente, da decomposição de matéria orgânica originada de vegetais e do metabolismo de microrganismos presentes no solo. Estes compostos também podem ter origem nas atividades antrópicas, como o lançamento de efluentes domésticos e industriais, lixiviação de vias urbanas e solos agricultáveis (LIBÂNIO, 2005). Os valores de cor, encontram-se em concordância com os limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA para a classe 2 de água doce, 75 mg. Pt.L⁻¹; a extrapolação ocorreu apenas na terça campanha, na nascente do rio Poxim.

A condutividade elétrica da água é a capacidade em conduzir corrente elétrica, sendo diretamente proporcional à concentração dos sólidos totais dissolvidos, a condutividade da água doce, varia de 0,01 a 1 mS.cm⁻¹ (ALVES, 2007). A condutividade é um parâmetro indicador de poluição; altos valores de condutividade podem estar associados tanto a fontes não pontuais de poluição (águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas) como a fontes pontuais (lançamento de efluentes de áreas residenciais/urbanas) que liberam altos teores de íons dissolvidos (HERMES et al., 2006).

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 0,317 a 0,051 mS.cm⁻¹ e 0,305 a 0,042 mS.cm⁻¹, nos períodos seco e chuvoso respectivamente (Tabela 4). De um modo geral, houve redução da condutividade elétrica no período chuvoso, explicada pelo aumento da vazão dos rios nesta estação, reduzindo assim a concentração dos sólidos dissolvidos.

De fato, no período chuvoso houve redução na concentração dos sólidos totais dissolvidos, a média encontrada foi de 47 mg.L⁻¹, enquanto que para o período seco foi de 69,1 mg.L⁻¹. A estação 6 apresentou os valores mais elevados tanto para a condutividade elétrica, como para os sólidos totais dissolvidos. Ressalta-se ainda que, os valores mantiveram-se dentro do limite para as classes 1 e 2 de água doce para os sólidos totais dissolvidos (500 mg.L⁻¹), de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA.

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos principais parâmetros para se determinar a qualidade das águas, sua presença é essencial para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e autodepuração dos mananciais. A concentração de oxigênio dissolvido é um indicador de poluição, pois baixas concentrações de oxigênio dissolvido associam-se a altas concentrações de matéria orgânica. Sabe-se que para a estabilização da matéria orgânica, bactérias através de processos

aeróbios, consomem o oxigênio, reduzindo assim a sua disponibilidade no meio. Ainda de acordo como Hermes *et al* (2006) é fundamental para a avaliação das condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização, além é claro, como já mencionado, da poluição.

Com relação ao parâmetro oxigênio dissolvido, as concentrações variaram entre 1,2 a 8,5 mg.L⁻¹, a concentração média para o período de estudo foi de 5,7 mg.L⁻¹ (Tabela 3). Verificou-se que os pontos localizados nas estações 1, 2 e 6 apresentaram valores abaixo do estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA (Fig. 4), para as águas doces classes 1 (6 mg.L⁻¹) e 2 de (5 mg.L⁻¹). As estações 1 e 6, apresentaram valores abaixo de 6 mg.L⁻¹ em 83% das amostras, enquanto que 100 % das amostras da estação 2 estiveram abaixo de 6 mg.L⁻¹ (Figura 5). Ressalta-se ainda que na estação 6, campanhas 2, 5 e 7, os valores de OD encontrados foram inferiores a 2,0 mg.L⁻¹, ou seja, inferiores ao limite da classe 4 de águas doces. A estação 7 também apresentou concentrações abaixo de 6 mg.L⁻¹ em 50% das amostras (Tab. 4). As estações 6 e 7 são pontos de captação de água para abastecimento da DESO; os valores encontrados indicam que a qualidade da água nestes locais não é adequada para consumo no que concerne o parâmetro oxigênio dissolvido.

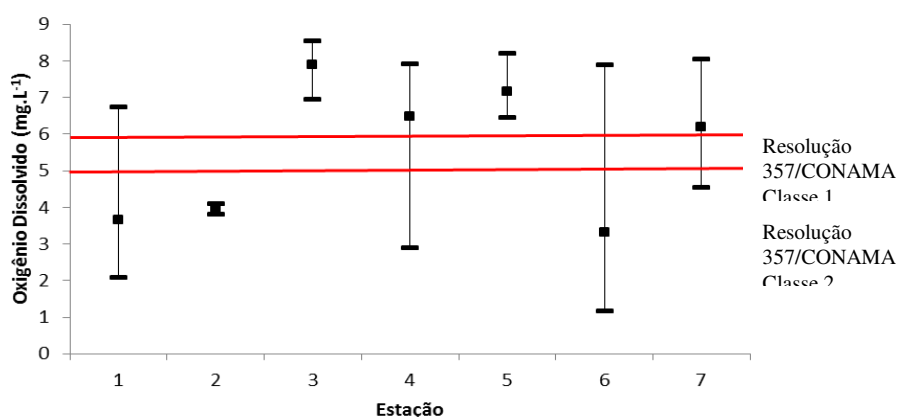


Figura 3: Concentrações máximas, médias e mínimas de oxigênio dissolvido

De acordo com Alves *et al* (2007), que encontraram valores semelhantes, a situação do rio Poxim é crítica e consequência do aporte dos efluentes urbanos ou industriais da região urbana adjacente sem o prévio tratamento. Em estudos realizados por Alves e Garcia (2009) também foram encontradas baixas concentrações de oxigênio dissolvido, principalmente na região estuarina. Vasco *et al* (2011) também encontraram baixos valores de OD nas estações 4 e 6, indicando a interferência antrópica no ambiente aquático.

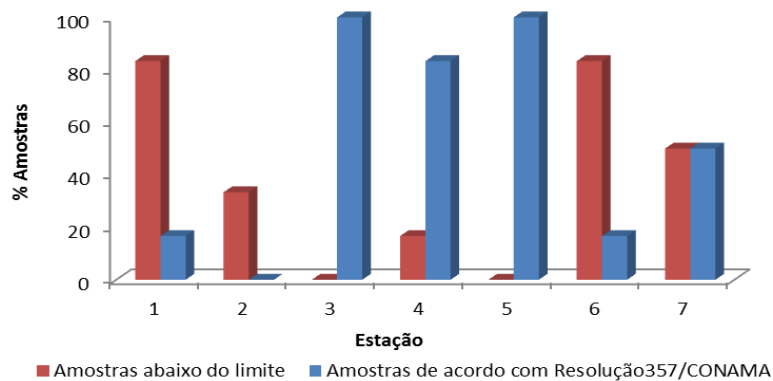


Figura 4: Frequência de amostras de oxigênio dissolvido

Os cátions Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} são essenciais para vários processos no corpo e a sua presença em água é necessária uma quantidade adequada, contudo em concentrações mais elevadas podem tornar a água imprópria para os organismos vivos. Em geral, as concentrações de Na^+ são baixas nos ambientes lóticos, e elevadas em ambientes lênticos. Altas concentrações de Na^+ , quando acompanhado por Cl^- e SO_4^{2-} , tornam a água salina e imprópria ao homem e para a irrigação. O K^+ ocorre normalmente em quantidade inferiores aos padrões estabelecidos. O Ca^{2+} é um elemento importante para o corpo humano, uma vez que é essencial na formação de ossos e dentes e participar de muitos processos metabólicos do corpo, além de ser essencial para o crescimento de algas, macrófitas aquáticas e animais, como os moluscos. O Mg^{2+} participa na formação de moléculas de clorofila (ESTEVES, 1998; AZIZULLAH, 2011). O aporte de compostos inorgânicos e minerais aumenta a salinidade e acidez da água tornando-a tóxica (CSUROS e CSUROS, 1999).

Referente aos íons principais observou-se redução dos valores de sódio, potássio e cloreto no período chuvoso (Tabela 5). Entretanto, tendência contrária foi observada para os íons cálcio, magnésio e sulfato, ou seja, os valores sofreram aumento no período chuvoso. Referente à Resolução 357/2005 do CONAMA apenas os íons cloreto e sulfato tem seus limites determinados, e suas concentrações em todas as campanhas estiveram abaixo de 250 mg.L^{-1} , limite para a classe 1 de águas doces.

Considerando os nutrientes, o nitrogênio e o fósforo destacam-se tanto como elementos de grande importância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, como também no processo de eutrofização. As principais formas de ocorrência de nitrogênio em água são: N_2 , compostos orgânicos, amônia (NH_3 ou NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) (MACÊDO, 2003).

A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio de poluição. As formas orgânicas de nitrogênio ou de amônia são predominantes em águas de alcalinidade elevada, e tóxicas para a maioria das espécies de peixes, sua presença indica poluição recente. O nitrato é um indicador de poluição remota, esta forma está associada à metahemoglobinemia, doença que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea. O nitrito

representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato (ESTEVES, 1998; LIBÂNIO, 2005; VON SPERLING, 1996).

As concentrações do nitrogênio amoniacal variaram de $<0,002$ a $0,361 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo a média encontrada igual a $0,183 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tab. 3). A origem da amônia pode ser devido à degradação da matéria orgânica nitrogenada e da matéria inorgânica do solo, entretanto, seu aporte nos corpos d'água pode ser originado também do lançamento de efluentes domésticos e industriais. Ressalta-se que, em ambientes poluídos predominam o nitrogênio orgânico e amoniacal, e em águas não poluídas o predomínio é do nitrato (ALVES *et al*, 2007).

Com relação às concentrações do nitrito, assim como Alves *et al* (2007), os valores encontrados foram muito baixos em todas as estações durante o monitoramento efetuado. Quando presente, o nitrito é indicador de processos biológicos ativos influenciados pela poluição orgânica (HERMES *et al*, 2006).

O nitrato foi a forma de nitrogênio predominante encontrada no estudo realizado, suas concentrações variaram de $0,045$ a $6,993 \text{ mg.L}^{-1}$, a concentração média encontrada foi igual a $1,717 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 3). Concentrações de nitrato superiores a 5 mg.L^{-1} , indicam condições sanitárias inadequadas, pois dentre as fontes de nitrato, estão os dejetos humanos e animais (HERMES *et al*, 2006).

Considerando a Resolução 357 do CONAMA para águas doces classe 1, as concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato estiveram abaixo do limite preconizado. As concentrações do nitrogênio total variaram de $0,036$ a $44,240 \text{ mg.L}^{-1}$, com um valor médio de $4,383 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os valores mais elevados para o nitrato foram observados na estação 5, localizada no rio Poxim-Mirim (Tabela 6), área ocupada pela monocultura da cana-de-açúcar. A elevação da concentração do nitrato nesta área pode estar relacionada ao uso de fertilizantes nitrogenados na região. Por outro lado, durante o período seco houve aumento nas concentrações do nitrato nas estações de coleta (Figura 6), de acordo como Alves *et al* (2007), é um indicativo de que o aporte de nitrato nas águas é proveniente de fontes pontuais, uma vez que no período chuvoso as concentrações são menores, devido ao aumento da vazão dos rios.

Em geral, o fósforo apresenta-se nos ecossistemas aquáticos em menor quantidade que o nitrogênio, sendo considerado fator limitante para a produtividade aquática. As formas predominantes do fósforo são os ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico.

A origem natural do fósforo é a dissolução de compostos do solo ou decomposição da matéria orgânica, mas seu aporte nos corpos hídricos pode ter origem em atividades antrópicas, através do lançamento de despejos domésticos e industriais, fertilizantes e lixiviação de criatórios de animais (LIBÂNIO, 2005).

Tabela 3: Íons principais na água da bacia hidrográfica do rio Poxim

Campanhas	Estações	Na ⁺ (mg.L ⁻¹)	K ⁺ (mg.L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Cl ⁻ (mg.L ⁻¹)	SO ₄ ²⁺ (mg.L ⁻¹)
1ª Campanha	1	5,85	1,37	2,59	1,15	13,60	2,07
	3	6,17	0,66	2,20	1,47	12,72	1,51
	4	15,00	1,28	21,77	3,50	28,21	3,63
	5	9,83	0,89	13,78	2,24	20,11	3,04
	6	13,15	0,55	5,31	2,77	24,09	2,15
	7	13,03	1,08	2,74	1,74	23,87	2,29
2ª Campanha	1	6,78	1,19	1,48	1,25	14,87	3,64
	3	5,67	0,33	0,92	1,31	12,15	2,07
	4	10,09	0,65	16,49	2,58	18,67	3,62
	5	11,81	0,41	4,75	2,66	20,83	2,70
	6	12,96	1,57	19,00	3,20	22,49	3,47
	7	7,39	0,95	1,78	1,38	14,63	2,77
3ª Campanha	1	4,37	1,21	1,24	0,77	9,99	1,41
	3	5,00	0,31	2,24	1,22	10,82	1,45
	4	13,22	1,12	23,56	2,99	23,45	2,35
	5	10,01	0,39	5,54	2,45	19,44	2,11
	6	7,97	0,25	15,82	2,70	20,53	3,57
	7	8,91	0,62	3,05	1,76	17,60	1,90
4ª Campanha	1	5,50	1,08	2,55	0,86	15,24	1,89
	3	5,80	0,58	1,59	1,17	15,63	1,59
	4	9,78	0,69	11,74	1,91	21,17	2,53
	5	11,40	0,53	4,01	2,05	23,47	1,99
	6	13,23	0,92	17,42	2,72	26,53	2,07
	7	10,69	0,90	2,97	1,71	22,36	1,95
5ª Campanha	1	7,55	2,43	3,10	1,23	14,67	2,33
	2	6,95	0,79	1,47	1,13	13,31	1,50
	3	7,22	0,49	1,48	1,45	12,56	1,59
	4	11,63	1,06	14,33	2,60	20,48	2,80
	5	14,45	0,64	4,67	2,69	23,88	1,96
	6	17,83	1,27	20,42	3,64	31,07	1,81
	7	12,08	1,03	2,15	1,57	21,25	2,29
6ª Campanha	1	10,21	0,85	13,49	2,31	13,00	3,77
	2	5,74	1,06	2,53	1,12	11,50	1,16
	3	6,32	0,36	1,12	1,28	10,52	1,27
	4	10,25	0,63	13,67	2,29	16,63	2,32
	5	12,28	0,43	4,81	2,53	19,06	2,34
	6	14,21	0,98	20,18	3,30	22,25	1,90
	7	9,29	0,71	2,54	1,46	15,42	1,50

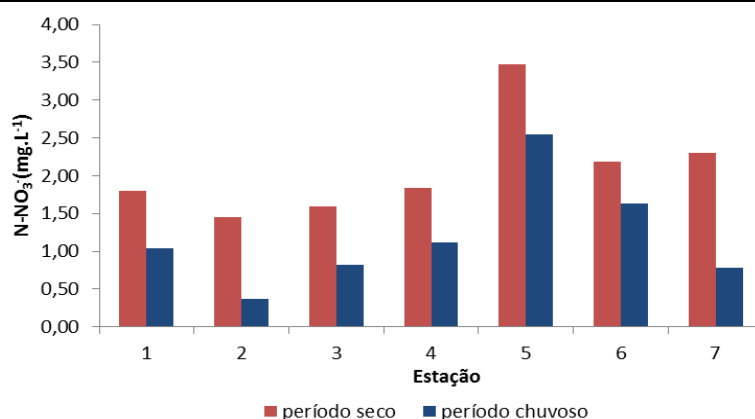


Figura 5: Variação sazonal das concentrações de nitrato para a bacia hidrográfica do rio Poxim

De acordo com Alves et al. (2007), os polifosfatos são menos importantes pois sofrem hidrólise convertendo-se em ortofosfatos. Assim as formas estudadas foram o ortofosfato dissolvido (P-PO_4^{3-}), sua importância está em ser a principal forma assimilada pelos vegetais aquáticos, sem a necessidade de conversões a formas mais simples (ESTEVES, 1998; VON SPERLING, 1996), e o fósforo total, resultante do fósforo orgânico combinado e todos os fosfatos.

Considerando as formas de fósforo analisadas, as concentrações de ortofosfato estiveram entre $<0,001$ e $0,230 \text{ mg.L}^{-1}$, com uma concentração média de $0,144 \text{ mg.L}^{-1}$. Não houve diferença significativa nas médias dos períodos seco e chuvoso. A concentração mais elevada foi verificada na estação 5, assim como o nitrato. Em relação ao fósforo total, as concentrações variaram entre $0,002$ a $0,139 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo a concentração média igual a $0,022 \text{ mg.L}^{-1}$, as maiores concentrações foram observadas no período seco. Todos os valores estiveram de acordo com o limite para este parâmetro estabelecido na Resolução 357 do CONAMA para águas doces classe 1, exceto a na estação 5 localizada no rio Poxim-Mirim (Tabela 6), como verificado com o nitrato.

A clorofila *a* representa uma maneira de medir a biomassa de um reservatório através de sua produtividade primária, sendo um importante indicador do estado trófico em corpos hídricos. De acordo com Hermes *et al* (2006), a determinação da concentração de clorofila permite estimar sobre a capacidade de reoxigenação das águas em seu próprio meio, além de permitir inferir sobre a densidade de algas e avaliar o aporte da quantidade de nutrientes. Os compostos excretados por algumas algas espécies de algas e cianobactérias além de conferirem sabor e odor às águas, podem também, em concentrações mais elevadas serem tóxicos (LIBÂNIO, 2005).

O limite de clorofila para águas doces classe 1 é de $10 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA. Neste estudo, as concentrações variaram entre $0,00$ a $47,28 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, com uma concentração média de $5,64 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$; dessa forma houve extrapolação do limite na estação 1 (quarta e quinta campanhas) e estação 4 (sexta campanha) (Tabela 6). De um modo geral, houve aumento nas concentrações da clorofila, exceto para a estação 1, que observou-se o contrário (Figura 7).



Figura 6: Variação sazonal das concentrações de clorofila para a bacia hidrográfica do rio Poxim

Os coliformes são bactérias que podem estar presentes nas águas e a importância do controle de sua população reside no fato de que o aumento de sua densidade ocasiona a deterioração da qualidade da água, desenvolvendo-se odores e sabores desagradáveis e até mesmo prejudiciais à saúde humana. Essas bactérias são indicadoras de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grande número

pelas fezes. Desse modo, presença dessas bactérias na água indica o risco potencial da presença de microorganismos patogênicos e sua ausência evidencia condição de potabilidade, em nível bacteriológico, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal. (MACÊDO, 2003).

Tabela 4: Nutrientes e clorofila na água da bacia hidrográfica do rio Poxim

Campanhas	Estações	N-NH ₄ (mg.L ⁻¹)	N-NO ₂ (mg.L ⁻¹)	N-NO ₃ (mg.L ⁻¹)	P-PO ₄ (mg.L ⁻¹)	N _{total} (mg.L ⁻¹)	P _{total} (mg.L ⁻¹)	Clorofila-a (µg.L ⁻¹)
1ª Campanha	1	0,070	<0,002	0,134	0,064	0,448	0,002	1,300
	3	0,003	<0,002	0,156	<0,001	0,336	0,018	1,866
	4	0,059	<0,002	0,278	<0,001	2,128	0,003	6,891
	5	0,023	<0,002	0,852	<0,001	1,232	0,005	1,773
	6	<0,002	<0,002	0,307	0,115	0,422	0,024	1,393
	7	0,023	<0,002	0,288	<0,001	0,922	0,034	1,312
2ª Campanha	1	0,333	<0,002	0,695	<0,001	44,240	0,002	6,557
	3	0,266	<0,002	1,212	<0,001	4,321	0,019	9,795
	4	0,312	<0,002	1,026	<0,001	1,224	0,003	1,217
	5	0,337	<0,002	3,210	<0,001	3,336	0,005	0,000
	6	0,361	<0,002	0,922	<0,001	0,756	0,025	0,182
	7	0,344	<0,002	1,017	<0,001	0,840	0,036	0,719
3ª Campanha	1	n.a.	<0,002	0,112	0,016	n.a.	n.a.	n.a.
	3	n.a.	<0,002	0,277	<0,001	n.a.	n.a.	n.a.
	4	n.a.	<0,002	0,045	<0,001	n.a.	n.a.	n.a.
	5	0,141	<0,002	0,652	<0,001	n.a.	n.a.	n.a.
	6	n.a.	<0,002	0,176	<0,001	n.a.	n.a.	n.a.
	7	n.a.	<0,002	0,165	0,106	n.a.	n.a.	n.a.
4ª Campanha	1	n.a.	<0,002	0,520	<0,001	1,700	0,002	47,280
	3	n.a.	<0,002	1,190	<0,002	2,790	0,020	0,840
	4	n.a.	<0,002	0,970	<0,001	1,120	0,003	0,639
	5	n.a.	<0,002	2,590	<0,003	3,340	0,006	0,510
	6	n.a.	<0,002	2,960	<0,001	3,730	0,027	2,332
	7	n.a.	<0,002	0,660	<0,001	1,790	0,038	4,657
5ª Campanha	1	n.a.	<0,002	4,761	0,215	8,007	0,003	28,976
	2	0,018	<0,002	1,454	n.a.	5,582	0,003	3,551
	3	n.a.	<0,002	3,433	n.a.	7,275	0,003	4,921
	4	n.a.	<0,002	4,280	0,156	5,231	0,053	3,700
	5	n.a.	<0,002	6,993	n.a.	8,108	0,139	1,241
	6	n.a.	<0,002	3,300	n.a.	5,955	0,003	4,553
	7	0,204	<0,002	5,944	n.a.	6,983	0,086	3,384
6ª Campanha	1	n.d.	<0,002	2,316	n.a.	3,021	n.d.	3,005
	2	n.d.	<0,002	0,376	0,216	0,673	n.d.	2,750
	3	n.d.	<0,002	0,960	0,182	1,397	n.d.	2,033
	4	n.d.	<0,002	2,293	n.a.	2,951	n.d.	17,350
	5	0,128	<0,002	3,775	0,230	4,238	n.d.	4,402
	6	0,305	<0,002	3,787	n.a.	4,329	n.d.	4,240
	7	n.d.	<0,002	1,175	0,157	1,854	n.d.	7,242

n.a. = não analisado; n.d. = não detectado

O grupo dos coliformes pode ser classificado em coliformes totais e termotolerantes. Os coliformes totais incluem um grande grupo de bactérias que podem ser encontradas em amostras de solos e águas poluídas e não poluídas, como também em fezes dos seres humanos e outros animais de sangue quente. Os coliformes termotolerantes indicam a presença de organismos provenientes do trato intestinal humano e de outros animais. (VON SPERLING, 1996).

Os valores encontrados nas amostras deste estudo para coliformes totais e termotolerantes durante o período de estudo estão indicados na Tabela 7. Os valores para os coliformes totais variaram entre 39 e 43000 NMP.100 mL⁻¹, e para os coliformes termotolerantes a variação foi de 22

a 9200 NMP.100 mL⁻¹, as médias encontradas foram 2225,4 e 634,7 NMP.100 mL⁻¹ para os coliformes totais e termotolerantes, respectivamente (Tab. 3). Referente à Resolução 357 do CONAMA para águas doces classe 1 e 2 o limite é de 200 NMP.100 mL⁻¹ e 1000 NMP.100 mL⁻¹, respectivamente, para os coliformes termotolerantes, a Resolução não limita valores para coliformes totais.

Como exposto anteriormente, as estações 1, 2, 3, 4, 6 e 7, são trechos enquadrados em classe 1 de águas doces e, apresentaram 81,25% das amostras acima do limite, observou-se ainda que 33,3% das amostras analisadas da estação 5 estiveram acima do limite para a classe 2 de águas doces (Tabela 7). No período chuvoso, ambos os parâmetros apresentaram incrementos em seus valores, este aumento está relacionado ao escoamento superficial que transporta para os rios materiais associados aos coliformes.

Associa-se a presença de coliformes a contaminação por efluentes sanitários, que além do excremento humano, esses efluentes contêm grande número de compostos orgânicos resultantes da atividade humana, tais como analgésicos, antibióticos, antissépticos, hormônios, dentre outros, que não são removidos através do tratamento convencional da água. A água contaminada com esses efluentes fornecem riscos de veiculação de doenças, mesmo após o tratamento (ALVES e GARCIA, 2006).

Tabela 5: Coliformes em amostras de água da bacia hidrográfica do rio Poxim

Campanhas	Estações	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	Campanhas	Estações	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
1ª Campanha	1	240,0	120,0	4ª Campanha	1	1600,0	40,0
	3	240,0	120,0		3	540,0	240,0
	4	120,0	69,0		4	330,0	220,0
	5	69,0	44,0		5	390,0	78,0
	6	640,0	240,0		6	400,0	68,0
	7	260,0	130,0		7	280,0	34,0
2ª Campanha	1	320,0	220,0	5ª Campanha	1	460,0	210,0
	3	300,0	200,0		2	540,0	240,0
	4	270,0	150,0		3	3.500,0	790,0
	5	150,0	66,0		4	2.400,0	210,0
	6	550,0	240,0		5	3.500,0	1.100,0
	7	280,0	120,0		6	2.400,0	270,0
3ª Campanha	1	230,0	230,0	6ª Campanha	7	5.400,0	1.300,0
	3	230,0	230,0		1	43.000,0	1.700,0
	4	120,0	69,0		2	2.800,0	2.800,0
	5	69,0	22,0		3	39,0	39,0
	6	230,0	230,0		4	9.200,0	9.200,0
	7	230,0	160,0		5	1.100,0	1.100,0
					6	1.600,0	1.600,0
					7	540,0	220,0

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível constatar que a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Poxim encontra-se comprometida principalmente no que se refere a concentração de oxigênio dissolvido e coliformes totais e temotolerantes.

O oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros analisados quanto às condições sanitárias e de qualidade das águas, além de ser essencial para a manutenção a vida nos ecossistemas aquáticos e autodepuração dos rios. Águas poluídas apresentam baixas concentrações desse parâmetro.

Valores inferiores a 2,0 mg.L⁻¹ de oxigênio dissolvido encontrados na estação 6, ponto de captação de água da DESO, é preocupante uma vez que esse trecho do rio Poxim deve ser reenquadrado na classe 1 de águas doces, contudo, este estudo demonstra que a atual classe, tomando por base o oxigênio dissolvido é a classe 4, sendo portanto imprópria para abastecimento humano. Também esta situação é crítica na nascente principal do rio Poxim-Açu, e no rio Pitanga, que também é ponto de captação de água da DESO. Fatores como o aporte de matéria orgânica, lançamento de efluentes domésticos e industriais contribuem para esta situação.

Na área do rio Poxim-Mirim foi detectada aumento dos nutrientes que pode estar associado ao uso de fertilizante, já que a área é ocupada por de cana-de-açúcar. Deve-se portanto, buscar práticas de manejo do solo que evitem o transporte dos nutrientes para o rio, uma vez que o aumento de nutrientes nas águas contribui para a eutrofização dos corpos d'água.

A partir dos elevados valores de coliformes constatou-se a necessidade do tratamento dos efluentes domésticos, a situação torna-se mais grave, nas estações 5 (rio Poxim) e 6 (rio Pitanga), pois são de captação de água da DESO para abastecimento público. Em especial, a captação de água no rio Poxim é realizada após a passagem desse manancial em locais como o Parque dos Faróis, Eduardo Gomes e Rosa Elze, que lançam *in natura* os dejetos humanos no rio Poxim.

Neste sentido, é evidente a necessidade de um planejamento ambiental para monitoramento e recuperação dos recursos hídricos existentes nas principais bacias hidrográficas de Sergipe, incluindo a bacia do rio Poxim.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A. O. et al. Cenário dos corpos d'água na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, Sergipe, na zona urbana, e suas relações ambientais e antrópicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: ABRH, 2007.

ALVES, J. P. H. et al. Rio Poxim: qualidade da água e suas variações sazonais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007.

ALVES, J. P. H.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da água. In: AGUIAR NETTO, A. O. et al. **Diagnóstico e avaliação ambiental de sub-bacia hidrográfica do rio Poxim**. Relatório Interno UFS/FAPESE, Aracaju, 2006.

ALVES, J. P. H.; GARCIA, C. A. B. O Rio Sergipe no entorno de Aracaju: qualidade da água e poluição orgânica. In: ALVES, J. P. H. (Org.). **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. São Cristóvão, SE: Editora UFS, 2009, 222p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: APHA, 2005. 1368 p.

AZIZULLAH, A. Water pollution in Pakistan and its impact on public health — A review. **Environment International**, v. 37, p. 479–497, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Brasília: Diário Oficial da União, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília: Diário Oficial da União, 2005.

CSUROS, M.; CSUROS, C. **Microbiological examination of water and wastewater**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1999. 324p.

HERMES, L. C. et al. Considerações gerais e monitoração de qualidade de água. In: FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. **Índice do uso sustentável da água (ISA-ÁGUA) região do sub-médio São Francisco**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. P. 17-41.

IBGE. **Base de informações municipais**. Estado de Sergipe, 3 ed. CD – ROM. 2001.

_____. Cidades@. 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=se>> Acesso em 06 de abril de 2012.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1988, 575 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005. 444 p.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. 2. ed. Ilhéus, BA: Editus, 2008. 293 p.

MACEDO, J. A. B. de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003. 450 p.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe**. 2009. Disponível em <<http://www.semarh.se.gov.br>> Acesso em 05 de maio de 2012.

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **As bacias hidrográficas em Sergipe**. 2012a. Disponível em <<http://www.semarh.se.gov.br/comitesbacias/modules/tinyd0/index.php?id=20>> Acesso em 06 de abril de 2012.

_____. Companhia de Saneamento de Sergipe. 2012b. Disponível em <<http://www.desosse.com.br/modules/tinyd0/index.php?id=17>> Acesso em 06 de abril de 2012.

SILVA, M. G. **Caracterização da qualidade da água na barragem do perímetro irrigado Jacarecica I, Itabaiana – Sergipe**. 2006, 74p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe.

SILVA, M. G. et al. Estado Trófico da Barragem Jacarecica I - Sergipe - Brasil. In: Claudio da Rocha Brito; Melany M. Ciampi. (Org.). **Natural Resources for the Health of Future Generations**. Santos, SP: Council of Researches in Education and Sciences, 2006, v. 1, p. 377-381.

SILVA, M. G. et al. Avaliação da qualidade da água do rio Poxim-Açu em área, do Instituto Federal de Sergipe (IFS) Campus São Cristóvão. In.: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4, 2009. Belém. **Anais...** Belém: IFPA, 2009.

SREBOTNJAK, T.; CARR, G.; SHERBININ, A.; RICKWOOD, C.. A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data. *Ecological Indicators*, 17, 108-119, 2012

SONG, M. W. et al. Water quality of a tributary of the Pearl River, the Beijiang, Southern China: implications from multivariate statistical analyses. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 172, p. 589-603, 2011.

VASCO, A. N. et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA: UFMG, 1996.