

## **I-141 – QUALIDADE DA ÁGUA EM TRECHO DO EIXO LESTE DO PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL**

**Érika Alves Tavares Marques<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestre em Tecnologia Ambiental pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Pernambuco e Pós-doutoranda pelo Programa de Engenharia Civil na Universidade Federal de Pernambuco.

**Cláudia Ricardo de Oliveira<sup>(2)</sup>**

Doutoranda em Engenharia Civil na área de Tecnologia Ambiental. Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental. Mestre em Engenharia Civil, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco. Geógrafa pela mesma Universidade. Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

**Ariane Silva Cardoso<sup>(3)</sup>**

Bióloga pela Universidade do Estado da Bahia. Especialização em Gestão Ambiental e Recursos Hídricos pela Faculdade São Luís de França. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Pernambuco e em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Doutoranda em Engenharia Civil na Universidade Federal de Pernambuco.

**Maristela Casé Costa Cunha<sup>(4)</sup>**

Bióloga pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestre em Botânica pela Universidade Federal de Pernambuco e doutora em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Docente do Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia.

**Maria do Carmo Martins Sobral<sup>(5)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Especialização em Planejamento Urbano e Regional pela Universität Dortmund, Alemanha. Mestre em Engenharia Civil pela University of Waterloo, Canadá. Doutora em Saneamento Ambiental pela Technische Universität Berlin, Alemanha. Docente do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Avenida da Arquitetura, S/N, Cidade Universitária, Recife/PE. CEP: 50740-550 - Brasil - Tel: (81) 99964-4798 - e-mail: [erikatmbio@gmail.com](mailto:erikatmbio@gmail.com) ; [erika.alves@ufpe.br](mailto:erika.alves@ufpe.br) .

### **RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água de reservatórios localizados na Bacia do Alto Rio Paraíba, no trecho do Eixo Leste do Projeto de Transposição do Rio São Francisco. Para avaliar a qualidade da água, foram monitorados 9 pontos amostrais durante 2011 a 2017 para coleta dos parâmetros: temperatura, pH, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e coliformes termotolerantes. Os dados referentes à vazão foram fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas. Os dados físico-químicos e bacteriológicos pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. Os parâmetros pH, Fósforo Total, DBO, turbidez, coliformes termotolerantes e Nitrogênio Total apresentaram desconformidade em relação à Resolução CONAMA 357/2005. O IET da água nos pontos monitorados variou entre ultraoligotrófico (Q72) a hipereutrófico (Q72) e o IQA variou entre razoável (Q70 e Q76) e boa (Q68, Q69 e Q73) durante o período estudado. Esses resultados indicam a necessidade de ações que possibilitem a melhoria da qualidade da água e viabilize o uso para suprimento de diversas demandas. Neste sentido, recomenda-se continuar o monitoramento da qualidade de água para avaliar os impactos ambientais no Alto Curso da Bacia do Rio Paraíba, identificar os pontos em desacordo com a legislação e pontos de lançamento de efluente/esgoto a montante dos reservatórios, a fim de definir as medidas mitigadoras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reservatórios, semiárido, monitoramento, transposição, Bacia do Rio Paraíba.

### **INTRODUÇÃO**

A disponibilidade hídrica no semiárido paraibano sempre foi um elemento limitante em relação ao desenvolvimento desta região. A seca prolongada nos últimos seis anos não apenas tem diminuído a oferta de abastecimento de água por parte da rede pública, mas aliados à carência de políticas públicas e à má utilização

dos recursos hídricos, vem tornando a região pouco desenvolvida em relação às demais regiões do Brasil. Cirilo et al. (2010) apontam para o fato de que grandes esforços vêm sendo implantados com o intuito de desenvolver infraestruturas capazes de disponibilizar água para tentar garantir o abastecimento humano e animal, além de viabilizar a irrigação.

O Alto curso do Rio Paraíba está inserido em uma das regiões mais secas do País, o Cariri, compreendendo os municípios de Monteiro, Camalaú, Congo, São João do Cariri, Cabaceiras e Boqueirão. Para amenizar o problema da escassez hídrica foram construídas na bacia, várias barragens de modo a garantir o abastecimento em períodos de crise. Os resultados absolutos obtidos, por exemplo, em número de obras realizadas, foram significativos, entretanto a gestão dos recursos hídricos foi ineficiente, o que acarretou na persistência dos problemas com escassez desta região.

O Ministério da Integração Nacional (MIN) elaborou o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), Eixo Leste, com o objetivo de garantir o atendimento de todas as demandas urbanas e industriais gerando uma oferta hídrica contínua, possibilitando o desenvolvimento econômico da região. O Eixo Leste do PISF levará as águas do Rio São Francisco para o Rio Paraíba, que será responsável pela manutenção dos níveis dos açudes Epitácio Pessoa (Boqueirão) e Acauã. De acordo com os estudos feitos pelo consórcio executor da obra, foram destacados alguns impactos gerados pelo PISF, dentre eles, o assoreamento e erosão de rios e áreas de risco, alteração na qualidade da água, perdas de áreas produtivas, dentre outras (ARAÚJO SEGUNDO NETO e VIANA, 2016).

O mau uso dos recursos hídricos vem contribuindo para agravar a qualidade de água e ampliando os problemas na região semiárida. Apesar dos esforços, os problemas com a escassez ainda são recorrentes, tornando as populações, em especial as dispersas das áreas urbanas, vulneráveis à ocorrência das estiagens prolongadas.

## **OBJETIVO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água de reservatórios localizados na Bacia do Alto Rio Paraíba, no trecho do Eixo Leste do Projeto de Transposição do Rio São Francisco.

## **METODOLOGIA**

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba (BHRP), possui uma área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, compreendida entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35" e 37°2'15"; Oeste de Greenwich, é a segunda maior do estado da Paraíba (Figura 1), pois abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes que correspondem a 52% da sua população total (AESAs, 2018). Ocupando uma das áreas com maior escassez hídrica do Brasil, a BHRP apresenta um espaço geográfico composto por 18 municípios, inseridos parcial ou totalmente na Bacia (SANTOS, 2014). Além disso, a sua área é composta pelas sub-bacia do Rio Taperoá e pelas regiões do Alto, Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba, que com exceção do baixo Curso do Rio Paraíba, as demais regiões e a sub-bacia se incluem no perímetro do Semiárido brasileiro que historicamente sofre um complexo e cíclico cenário de escassez hídrica que assola a região (MIRANDA, 2017).

Na região do Alto Curso do Rio Paraíba, área de estudo do trabalho, o clima é do tipo BSw<sup>h</sup> (segundo a classificação climática de Köppen) ou seja, semiárido quente, com precipitação pluvial média anual variando de 400 a 600 mm e com estação seca de 8 a 10 meses. Nessa região, estão localizados importantes reservatórios de água, tais como: Poções, Camalaú e Epitácio Pessoa.

O Alto curso do Rio Paraíba está inserido em uma das regiões mais secas do País, o Cariri, com médias anuais pluviométricas em torno de 500 mm e extremamente mal distribuídas, concentrando 65% do total anual em até 4 meses (LACERDA, 2003). Como forma de amenizar a escassez hídrica da região, foram construídas várias barragens com o intuito de garantir reservas hídricas durante o período úmido para serem utilizadas na complementação das demandas do período seco (LANNA, 2002).

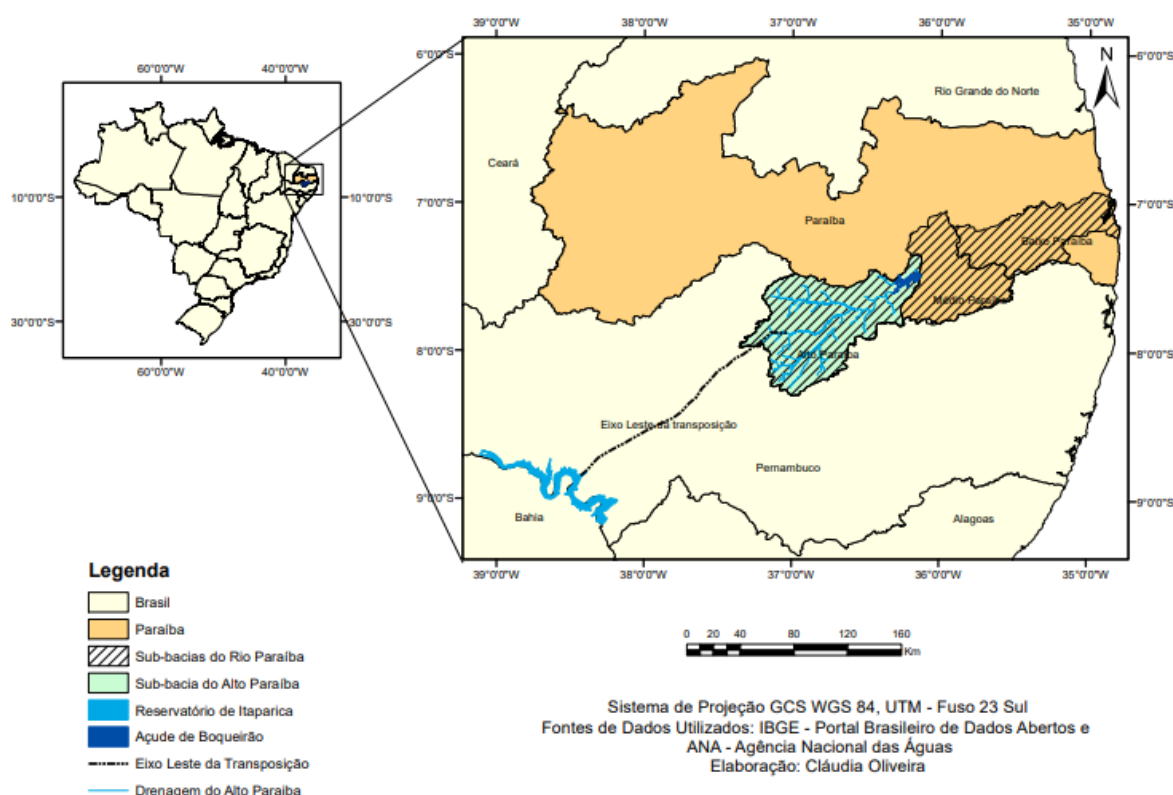
Os dados climatológicos foram obtidos do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climatológicos (INPE/CPTEC, 2019), referentes ao período 2010 a 2017.

Para avaliar a qualidade da água, foram monitorados 9 pontos amostrais durante 2011 a 2017 para coleta dos parâmetros: temperatura (°C), pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez, fósforo total (PT), nitrogênio total (NT), oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais dissolvidos (STD) e coliformes termotolerantes (CT) (Tabela 1). Os dados referentes à vazão foram fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AES/A). Os dados físico-químicos e bacteriológicos pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) e os dados referentes à precipitação na bacia do Rio Paraíba foram fornecidos por Xavier et al. (2013).

**Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos amostrais localizados na BHRP.**

Ponto	Localidade	Latitude	Longitude
Q68	Reservatório Poções (Eixo)	-07°53'21.19958"	-36°59'50.58801"
Q69	À montante do remanso do Açude Camalaú	-07°52'15.39056"	-36°53'11.94487"
Q70	Açude Camalaú	-07°53'13.76235"	-36°49'59.12300"
Q71	Rio do Meio (Caraúbas)	-07°43'03.43465"	-36°29'59.25429"
Q72	Remanso do Reservatório Epitácio Pessoa	-07°31'04.65834"	-36°18'33.12235"
Q73	Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	-07°29'13.92651"	-36°08'24.21558"
Q74	À jusante do Açude Epitácio Pessoa	-07°30'18.79123"	-36°03'56.27791"
Q75	Rio Bodocongô-PB	-07°31'40.54900"	-35°59'57.83268"
Q76	Rio Paraíba à jusante do Açude Acauã	-08°16'37.98899"	-35°10'19.66386"

Fonte: MIN, (2015)



**Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Paraíba.**

O cálculo do IQA (Índice de Qualidade das Águas) foi feito por meio do produtório ponderado dos parâmetros oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO<sub>5,20</sub>, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total segundo as equações 1 e 2. Um número entre 0 e 100; q<sub>i</sub> = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise); w<sub>i</sub> = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros. Para a avaliação da qualidade de água foi considerada a faixa de IQA utilizada no Estado da Paraíba: 80-100 ótima; 52-79 boa; 37-51 razoável; 20-36 ruim; 0-19 péssima (ANA, 2018a).

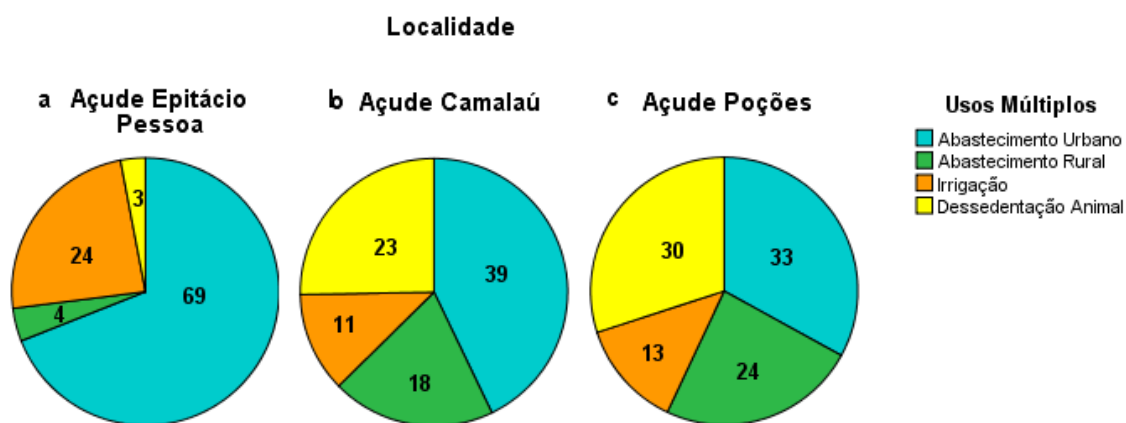
O cálculo do Índice de Estado Trófico (IET) foi feito segundo o Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo (CETESB, 2007), onde se considera:  $\leq 47$  Ultraoligotrófico;  $47 < \text{IET} \leq 52$  Oligotrófico;  $52 < \text{IET} \leq 59$  Mesotrófico;  $59 < \text{IET} \leq 63$  Eutrófico;  $63 < \text{IET} \leq 67$  Supereutrófico;  $> 67$  Hipereutrófico.

## RESULTADOS

Dentre as obras construídas para amenizar a escassez hídrica no Alto curso do Rio Paraíba, o Açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, tem como finalidade perenizar o Rio Paraíba, gerar energia elétrica, jamais efetivada, e um ano após a inauguração, passou a abastecer a cidade de Campina Grande. Ao longo dos anos passou a ter sua água associada a outros usos como irrigação, pesca artesanal, dessedentação de animais, lazer e esportes. Sua bacia hidráulica ocupa um território de 12.410 km<sup>2</sup>, com capacidade de armazenamento de 411,69 m<sup>3</sup> de água. Dentre as demandas totais de retirada desse reservatório, 69% são para abastecimento urbano, 24% para irrigação, 4% para abastecimento rural e 3% para dessedentação animal (Figura 2a) (ANA, 2017).

Com capacidade de 412 Hm<sup>3</sup>; o Açude Camalaú, no município de Camalaú, projetado para irrigação e piscicultura, com capacidade de 46 Hm<sup>3</sup>. Dentre as demandas totais de retirada, 49% são para abastecimento urbano, 23% para dessedentação animal, 18% para abastecimento rural e 11% para irrigação (Figura 2b).

O Açude Poções, localizado em Monteiro e projetado para irrigação e abastecimento, com capacidade de 30 Hm<sup>3</sup>. Dentre as demandas totais de retirada, 33% são para abastecimento urbano, 30% para dessedentação animal, 24% para abastecimento rural e 13% para irrigação (Figura 2c) (ANA, 2017).



**Figura 2a, b e c: Demandas totais de retirada de água (ANA, 2017).**

Segundo Xavier et al. (2013), o mês de abril, em geral, apresenta em toda a bacia, as maiores vazões, seguido pelos meses de março e maio. Os meses de menor vazão são setembro, outubro e novembro, refletindo a dinâmica climática regional. Durante o período de estudo a precipitação pluviométrica média registrada no Alto Curso do Rio Paraíba variou entre 188,4 mm e 970,6 mm.

No período de estudo a temperatura média da água variou entre 25,43°C e 28,29°C (Figura 3), temperaturas típicas para a região semiárida. Já a pluviosidade média foi de 598,66 mm, destacando-se o ponto Q76 onde foi observada a maior pluviosidade (Figura 4).

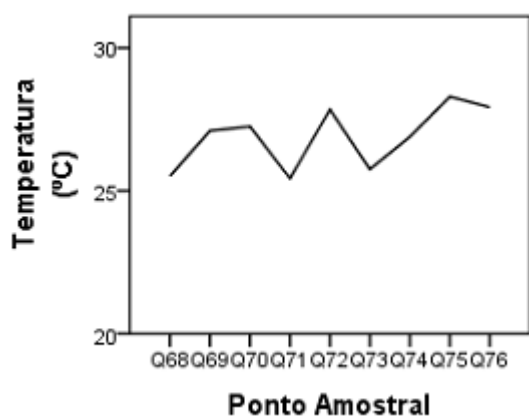
No período de estudo houve uma estiagem prolongada que, juntamente com a elevada evaporação típica da região semiárida, resultou na redução drástica dos volumes dos reservatórios Poções, Camalaú e Epitácio Pessoa, que tiveram redução de 54%, 53% e 91% de suas capacidades totais a partir do ano de 2011 (Figura 5).

Os valores médios dos parâmetros físico-químicos monitorados nos pontos amostrais localizados no Alto curso do Rio Paraíba entre 2011 a 2017 estão apresentados na Tabela 2.

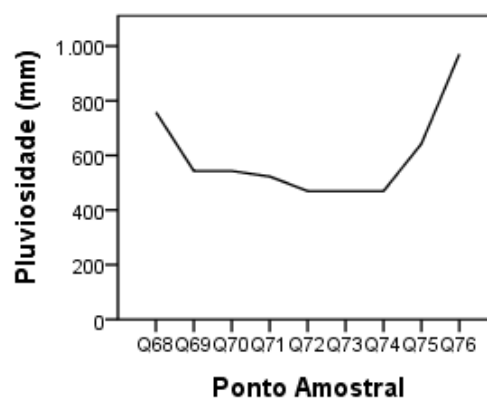
**Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químicos monitorados nos pontos amostrais localizados no Alto curso do Rio Paraíba entre 2011 a 2017.**

Ponto	Temp. água (°C)	pH	DBO <sub>5,20</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (UNT)	PT (mg.L <sup>-1</sup> )	NT (mg.L <sup>-1</sup> )	CT (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	STD (mg.L <sup>-1</sup> )
Q68	25,52	8,05	53,33	33,90	0,52	2,30	534,60	6,82	0,46
Q69	27,10	8,30	17,80	64,10	0,55	1,50	531,60	9,13	0,11
Q70	27,25	8,90	21,80	12,80	0,46	1,90	110,30	10,02	0,40
Q71	25,43	8,10	11,00	51,90	0,32	1,10	228,30	10,06	0,12
Q72	27,84	8,70	43,80	335,80	0,14	4,30	1.071,00	8,82	0,13
Q73	25,75	7,90	22,70	2,20	0,19	0,70	202,30	8,34	0,48
Q74	26,89	8,61	80,20	77,70	1,14	2,90	215,00	-	-
Q75	28,29	9,70	51,40	20,10	2,43	1,50	306,00	7,19	5,89
Q76	27,92	9,20	32,90	8,20	0,32	2,00	95,40	9,23	1,78
<b>Média</b>	<b>26,89</b>	<b>8,61</b>	<b>37,21</b>	<b>67,41</b>	<b>0,67</b>	<b>2,02</b>	<b>340,01</b>	<b>69,61</b>	<b>9,37</b>

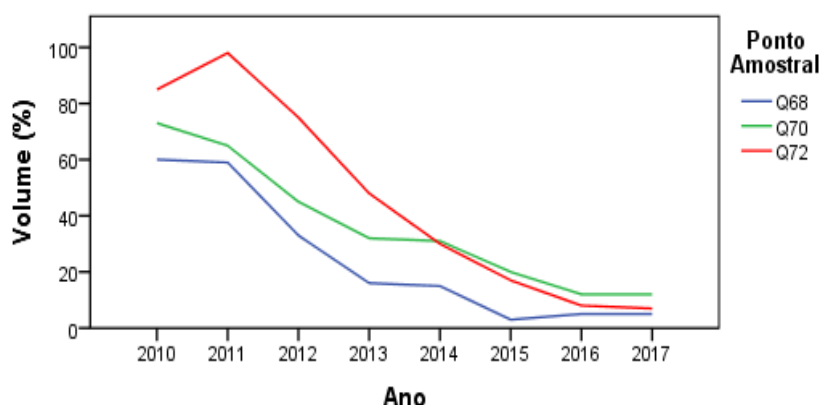
As linhas tracejadas nas figuras 6 a 12 correspondem ao máximo valor permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios Classe 2.



**Figura 3: Variação da temperatura da água durante o período amostral.**

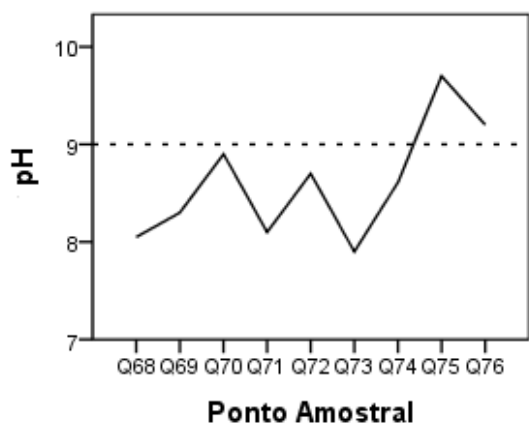


**Figura 4: Variação da pluviosidade durante o período amostral.**

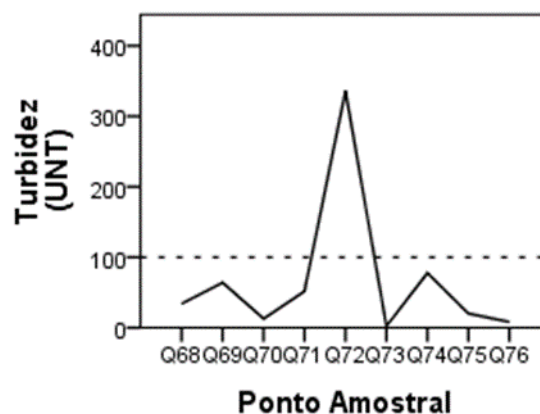


**Figura 5: Variação do volume de água nos reservatórios Poções (Q68), Camalaú (Q70) e Epitácio Pessoa (Q72).**

Os pontos Q75 e Q76 apresentaram o pH em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de Classe 2, que é de um pH variando entre 6,0 e 9,0 (Figura 6). Em ambientes aquáticos que apresentam precipitação menor que a evaporação, como ocorre no semiárido paraibano em períodos de seca, é normal que esses ecossistemas apresentem valores de pH superiores a oito (BARBOSA, 2002). Com relação à turbidez, o ponto Q72 também ficou acima dos limites da Legislação vigente (Figura 7). A redução do volume de água do reservatório durante a estiagem prolongada contribuiu para elevação da turbidez.



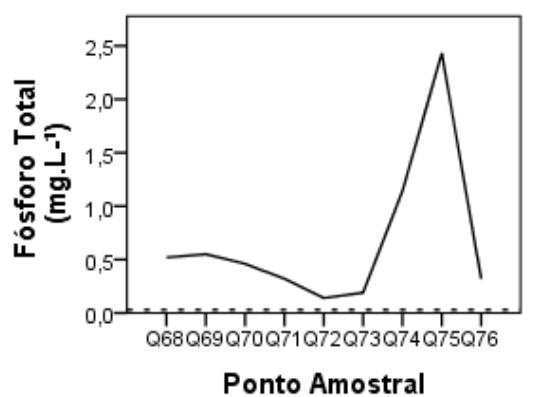
**Figura 6: Variação do pH durante o período amostral.**



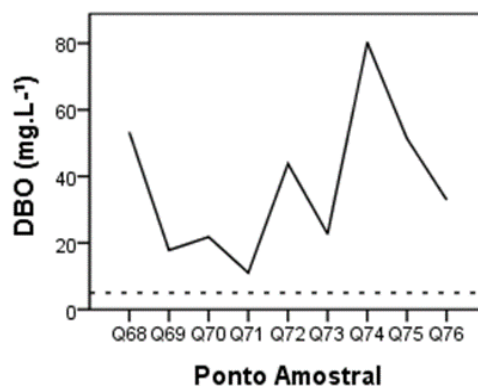
**Figura 7: Variação da turbidez durante o período amostral.**

Com relação à DBO e o Fósforo Total (Figuras 8 e 9), todos os pontos apresentaram desconformidade em relação à Legislação, sendo que o ponto Q74 apresentou o maior valor em relação à DBO e o ponto Q75 em relação ao Fósforo Total.



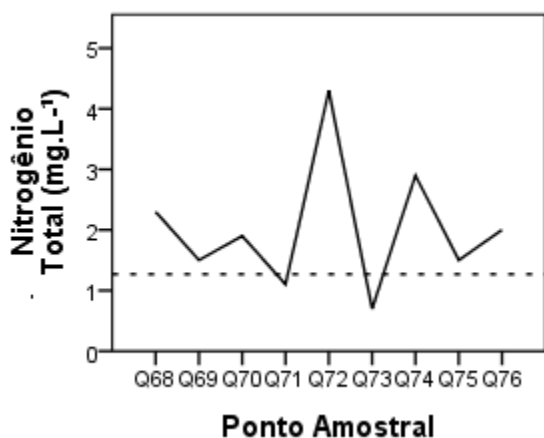


**Figura 8: Variação do fósforo total durante o período amostral.**

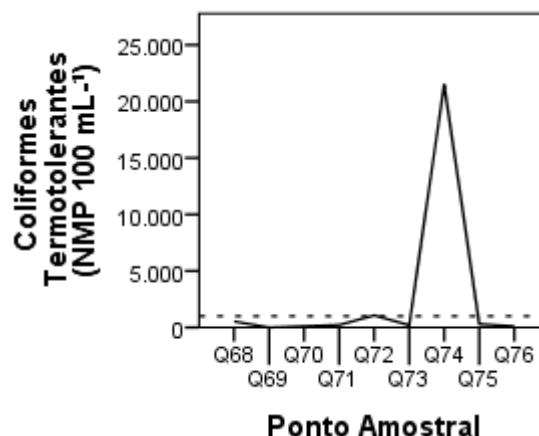


**Figura 9: Variação da DBO durante o período amostral.**

Para o Nitrogênio Total todos pontos apresentaram desconformidade com a Legislação, com exceção dos pontos Q71 e Q73 (Figura 10). Já em relação ao parâmetro coliformes termotolerantes, com exceção do ponto Q74, os demais pontos monitorados estiveram em conformidade (Figura 11).

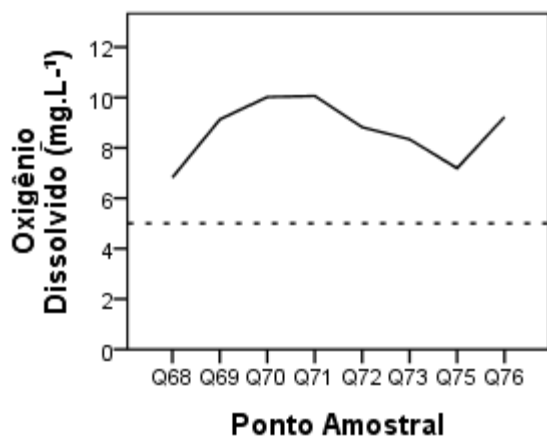


**Figura 10: Variação do nitrogênio total durante o período amostral.**

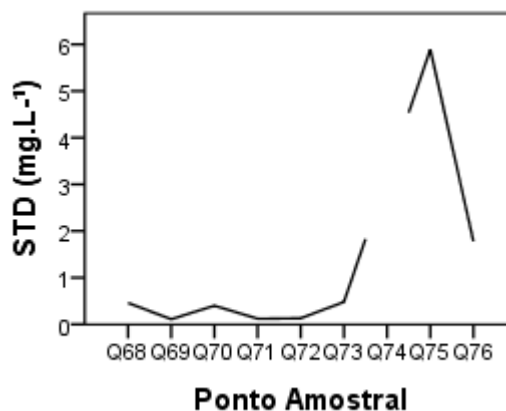


**Figura 11: Variação dos coliformes termotolerantes durante o período amostral.**

Quanto ao oxigênio dissolvido e aos sólidos totais dissolvidos, todos os pontos monitorados atenderam os valores estabelecidos pela Legislação (Figuras 12 e 13, respectivamente).



**Figura 12: Variação do oxigênio dissolvido durante o período amostral.**



**Figura 13: Variação dos sólidos totais dissolvidos durante o período amostral.**

Segundo Lima et al. (2013), o reservatório Epitácio Pessoa, a exemplo de tantos outros do Nordeste, é submetido a agressões constantes, principalmente, por estar parcialmente localizado em perímetro urbano, o que tem provocado diversos impactos negativos, desrespeitando as leis ambientais brasileiras. Os autores apontaram como fontes de poluição os pontos comerciais, turismo predatório, lançamento de resíduos sólidos e saneamento inadequado dos municípios localizados no seu entorno. Segundo o Portal G1 (2015), no município de São Domingos do Cariri, localizado a 223 Km de João Pessoa, resíduos poluentes e efluentes provenientes de um matadouro e do lixão do município, são despejados no Riacho Gravatá, que desagua no leito do Rio Paraíba e, conseqüentemente, desemboca no açude Epitácio Pessoa, que abastece vários municípios do Agreste paraibano.

No Brasil, há uma crescente preocupação com a qualidade da água distribuída à população humana. A cada revisão do padrão de potabilidade, ao lado dos indicadores mais tradicionais de qualidade higiênica, novos indicadores são introduzidos com a preocupação de levar a um maior aperfeiçoamento do controle e da vigilância da qualidade da água. Desde a Portaria nº 36 de 19 de janeiro de 1990, até a Portaria nº 518 de 25 de março de 2004, atualizada em 12 de dezembro de 2011 pela Portaria nº 2914, do Ministério da Saúde, ocorreram mudanças sensíveis no padrão de potabilidade, sendo notável a recomendação da monitoração dos indicadores mais específicos *Escherichia coli* e cianobactérias (FREITAS, 2015).

O IET nos pontos monitorados variou entre ultraoligotrófico (Q72) a hipereutrófico (Q72) e o IQA variou entre razoável (Q70 e Q76) e boa (Q68, Q69 e Q73) durante o período de estudo (Tabela 3).

**Tabela 3: IET e IQA calculados para os pontos amostrais durante o período observado.**

PONTO	IET MÉDIO	CLASSIFICAÇÃO	IQA	CLASSIFICAÇÃO
Q68	53,30	Mesotrófico	56,85	Boa
Q69	58,70	Mesotrófico	72,10	Boa
Q70	49,83	Oligotrófico	68,40	Razoável
Q71	68,83	Hipereutrófico	-	-
Q72	46,40	Ultraoligotrófico	-	-
Q73	48,00	Oligotrófico	72,10	Boa
Q74	56,70	Mesotrófico	-	-
Q75	58,10	Mesotrófico	-	-
Q76	51,00	Oligotrófico	53,50	Razoável

## ANÁLISES DOS RESULTADOS

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser representada por uma série de parâmetros que são capazes de exporem suas principais características, sendo estas químicas, físicas ou biológicas. Os indicadores que servem como parâmetro de qualidade de água nesse estudo são o fósforo total e o nitrogênio total, os quais quando apresentam valores acima dos permitidos, podem servir como indicadores de águas possivelmente poluídas (Von Sperling, 1998). O aporte de nutrientes constitui-se de um dos maiores problemas em reservatórios artificiais.

As condições climáticas da região semiárida, associadas a fatores como o longo período de estiagem, alto tempo de residência da água e altas taxas de evaporação contribuem para o aumento das concentrações de nutrientes nos reservatórios, favorecendo a eutrofização (OLIVEIRA et al., 2017). O estado eutrofizado dos sistemas aquáticos é consequência das ações antrópicas, especialmente o lançamento de efluentes de esgotos industriais e domésticos sem tratamento, o carreamento de agrotóxicos advindo de áreas agricultáveis, desmatamento da vegetação nativa, erosões, redução da Área de Preservação Permanente (APP), dentre outros (SILVA et al., 2014; MANTZOUKI et al., 2015).

Com base nos resultados obtidos e corroborando com os dados observados em estudo realizado por Silva (2012), foram constatadas altas concentrações de fósforo durante todo período amostral, a autora ainda correlaciona este evento ao favorecimento da ocorrência de cianobactérias nos reservatórios Epitácio Pessoa, Camalaú e Poções. De acordo com Índice de estado trófico (IET) os reservatórios foram classificados variando entre ultraoligotrófico a hipereutrófico, o que gera preocupações em relação a utilização da água, sobretudo



para o abastecimento público. Em alguns casos, o próprio ciclo biogeoquímico, a presença e dinâmica de produtores primários, como as macrófitas aquáticas, podem direcionar o estado trófico do sistema para eutrófico (MENDES et al., 2017).

A nascente do Rio Paraíba está localizada no município de Monteiro-PB, onde o lançamento dos efluentes domésticos é lançado diretamente no leito do rio, em locais inapropriados e não existe manutenção das fossas sépticas e rudimentares, contribuindo para degradar a qualidade da água (SILVA et al., 2014). O lançamento de esgoto doméstico caracteriza-se como um problema grave, visto que o Rio Paraíba está contemplado pelo PISF (Eixo Leste), que tem como meta levar água para as regiões mais secas do semiárido. Sendo assim, o rio não pode ter a qualidade da sua água comprometida, pois ele precisa apresentar as condições gerais de qualidade para o consumo e abastecimento humano, enquadrando-se, portanto, nas classes correspondentes da Resolução Conama nº. 357 (BRASIL, 2005), que tem como objetivo a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, de maneira geral.

A disposição inadequada de resíduos sólidos no leito do rio e nas margens dos reservatórios ocasiona poluição e degradação ambiental. O problema da má disposição de resíduos se agrava mais ainda no período de chuva, já que as primeiras enxurradas são capazes de arrastar todo o lixo para o rio (SILVA et al., 2014). Esse tipo de poluente diminui a quantidade de oxigênio da água e, dessa forma, compromete a qualidade desse recurso utilizado por boa parte da população (CASTRO, 2008).

O desmatamento da vegetação nativa na Bacia do Rio Paraíba favorece o carreamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água no período chuvoso, contribuindo significativamente com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água dos mananciais (DONADIO; GALBIATTI; PAULA, 2005).

No presente trabalho constatou-se valores de fósforo variando entre 0,14 mg.L<sup>-1</sup> a 2,43 mg.L<sup>-1</sup>, corroborando com os elevados valores constatados por Silva et al. (2014) no leito do Rio Paraíba, com valores entre 0,10 mg.L<sup>-1</sup> a 9,53 mg.L<sup>-1</sup> possivelmente pelo saneamento deficiente dos municípios inseridos na bacia hidrográfica e pelo uso de detergentes.

Atualmente, considerando o início da operação do Eixo Leste do PISF, foram liberadas vazões das águas do rio São Francisco para a bacia do rio Paraíba, estas se deram por meio de resoluções conjuntas entre a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018b; 2018c) e a AESA (2018). Foi autorizada para o estado da Paraíba a vazão total de 4,673 m<sup>3</sup>/s, desta a vazão de 2,79 m<sup>3</sup>/s será destinada ao abastecimento humano, 0,7 m<sup>3</sup>/s para irrigação e 1,18 m<sup>3</sup>/s para outros fins (ANA, 2018 c), Espera-se que com a chegada das águas do rio São Francisco, além do aumento da oferta hídrica na região, garanta a qualidade da água do rio Paraíba.

## **CONCLUSÕES OU RECOMENDAÇÕES**

Os parâmetros pH, Fósforo Total, DBO, turbidez, coliformes termotolerantes e Nitrogênio Total apresentaram desconformidade em relação à Resolução CONAMA 357/2005. O IET da água nos pontos monitorados variou entre ultraoligotrófico (Q72) a hipereutrófico (Q72) e o IQA variou entre razoável (Q70 e Q76) e boa (Q68, Q69 e Q73) durante o período estudado. Esses resultados indicam a necessidade de ações que possibilitem a melhoria da qualidade da água e viabilize o uso para suprimento de diversas demandas.

A área do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba necessita de uma gestão adequada dos recursos hídricos disponíveis, visto que o Rio Paraíba está contemplado pelo PISF (Eixo Leste), que tem como meta levar água para as regiões mais secas do semiárido. Neste sentido, recomenda-se continuar o monitoramento da qualidade de água para avaliar os impactos ambientais no Alto Curso da Bacia do Rio Paraíba, identificar os pontos em desacordo com a legislação e pontos de lançamento de efluente/esgoto a montante dos reservatórios, a fim de definir as medidas mitigadoras. O uso sustentável dos recursos hídricos também é fundamental para garantir a segurança hídrica na bacia e o cumprimento dos objetivos do PISF, bem como a implantação de infraestruturas hidráulicas, isoladas ou combinadas, que sejam necessárias para mitigar a problemática da água no semiárido.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento da pesquisa e a cooperação internacional com a Universidade Técnica de Berlim, por meio do *Projeto interplay coupling of substance cycle in aquatic and terrestrial ecosystems* (INNOVATE).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AESA. Rio Paraíba. Net. 2018. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/rio-paraiba/> . Acesso em: 05.10.2018.
2. ANA. Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA. Net. 2018a. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx> . Acesso em: 16.10.2018.
3. ANA. Resolução Conjunta ANA e AESA-PB nº 12, de 05 de março de 2018. Dispõe sobre permissão de descarga de água do Açude Epitácio Pessoa para o rio Paraíba a fim de garantir o abastecimento público do sistema proveniente do açude Argemiro Figueiredo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 mar. 2018. Seção 1, p. 1-2., 2018b.
4. ANA. Resolução Nº 63, DE 04 de setembro de 2018. 2018 (b). Dispõe sobre o Plano de Gestão Anual – PGA referente ao ano de 2018 para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF, no que diz respeito às disposições atinentes à ANA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 04 set. 2018. Seção 1, p. 1-3., 2018c.
5. ANA. **Reservatórios do semiárido brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação: Anexo A**. Brasília: ANA, 2017. 103p.
6. ARAÚJO SEGUNDO NETO, F. V.; VIANN, P. C. G. Análise espacial das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco - PISF (Eixo Leste) no Estado da Paraíba. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 28, p. 219-241, 2016 | doi: 10.12957/geouerj.2016.14536.
7. BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicas nas escalas de tempo (nictimeral/sazonal) no açude Taperoá II. Trópico semi-árido paraibano**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos-SP: Universidade Federal de São Carlos, 2002. 208p.
8. CASTRO, D. Poluição doméstica. Ag Solve, 2008. Disponível em: <http://www.agsolve.com.br/noticia.php?cod=1556> . Acesso em: 10 set. 2013
9. CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 9. 2007. (Série Relatórios).
10. CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J. N. B. A Questão da Água no Semiárido Brasileiro. In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. (Org.). *Águas do Brasil análises estratégicas*. 1ed.São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, v. 1, p. 81-91.
11. CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G.; CAMPOS, J. N. B. *A questão da água no Semiárido brasileiro*. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/318778262\\_A\\_questao\\_da\\_agua\\_no\\_Semiariado\\_brasileiro](https://www.researchgate.net/publication/318778262_A_questao_da_agua_no_Semiariado_brasileiro) . Acessado em: 28.10.2018.
12. DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico. São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005.
13. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Dados Históricos – PCD 32550 – Boqueirão-PB. Net. 2019. Disponível em: <http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/historico/passo2.php> . Acesso em: 28.10.2018.
14. LACERDA, A. V. **A semi-aridez e a gestão em bacias hidrográficas: visões e trilhas de um divisor de ideias**. João Pessoa: Autor Associado/UFPB, 2003. 164p.
15. LANNA, A. E. Elementos de Estatística e Probabilidades. In: *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Tucci, C. E. M. [Org.]. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH, 2002. p. 79-176.
16. LIMA, M. G. M.; ARAÚJO, K. T. A.; FARIAS, M. S. S.; OLIVEIRA, H. Fontes de poluição nas margens do Açude Epitácio Pessoa-PB. WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, I, 2013. **Anais...** Campina Grande,
17. MANTZOUKI, E.; VISSER, P. M.; BORMANS, M.; IBELINGS, B. W. Understanding the key ecological traits of cyanobacteria as a basis for their management and control in changing lakes. **Aquatic Ecology**, feb. 2015. DOI: 10.1007/s10452-015-9526-3

18. MARINHO, C.F.C.E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido), Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2011, 67p.
19. MENDES, C. F.; BARBOSA, V. V.; NERY, J. F.; FERREIRA, J. F. N.; BARBOSA, J. E. L. O sucesso das cianobactérias nos reservatórios do Semiárido: uma revisão de literatura. **Anais... SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XXII**, 2017. Florianópolis, 26 novembro a 01 de dezembro de 2017.
20. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **16º Relatório de Execução dos Programas Ambientais do PBA do PISF**. Anexos, volume 03, outubro de 2014 a Junho de 2015. Brasília: MI, 2015.
21. MIRANDA, L. I. B. de. A Crise Hídrica e a Gestão das Águas Urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, XVII, 2017. **Anais...** Sessão Temática 4: Meio Ambiente e Políticas Públicas. São Paulo, 22 A 26 de maio de 2017.
22. OLIVEIRA, D. A.; VIANA, L. G.; CRUZ, P. S. Dinâmica de nutrientes em reservatório destinado ao abastecimento público, Semiárido brasileiro. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, II, 2017. **Anais...** Campina Grande, 07 a 09 de junho de 2017.
23. PORTAL GI. Poluição em leito de rio que abastece açude na PB preocupa população. **Net**. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2015/01/poluicao-em-leito-de-rio-que-abastece-acude-na-pb-preocupa-populacao.html> . Acesso em: 31.03.2019.
24. SANTOS, J. A. **Caracterização socioeconômica e hídrica nos municípios da Bacia do Alto Curso do Rio Paraíba-PB**. Monografia. Programa de Pós-graduação em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido. Campina Grande-PB: UEPB, 2014. 49p.
25. SILVA, P. R. N. da. **Dinâmica espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica de reservatórios em cascata da Bacia do Alto Rio Paraíba**. Trabalho de conclusão de curso. Campina Grande: UFPB, 2012. 48p.
26. SILVA, M. B. R.; AZEVEDO, P. V.; ALVES, T. L. B. Análise da degradação ambiental no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. **Bol. Goia. Geogr. (Online)**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 35-53, jan./abr. 2014. ISSN: 1984-8501.
27. SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG - Departamento de engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. 452p.
28. XAVIER, R. A.; DORNELLA, P. C.; MACIEL, J. S.; BÚ, J. C. Caracterização do regime fluvial da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba – PB. **Rev. Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 08, n. 2, p. 15-28, jul/dez. 2012.