

**RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO**

**APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES  
ASSOCIADOS AO MATERIAL PARTICULADO EM  
SUSPENSÃO (MPS) PROVENIENTES DE RIOS  
URBANOS PARA PRODUÇÃO DE  
BIOFERTILIZANTES**

**Ilana Peixoto Sousa dos Santos** – ilanapeixoto@yahoo.com

Universidade Salvador - UNIFACS

**Icaro Thiago Andrade Moreira** – icarotam@gmail.com

Universidade Federal da Bahia – UFBA e Universidade Salvador - UNIFACS

## 1. RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o potencial do aproveitamento de nutrientes associados ao material particulado em suspensão (MPS) para produção de biofertilizantes a partir de rios urbanos. Para isso, foram realizadas amostragens de águas superficiais em dois períodos (chuvoso e de estiagem) nos rios Lucaia e Jaguaribe. Nessas amostras foram realizadas análises quantitativa dos nutrientes (N e P) para a comparação com os fertilizantes existentes. O rio Jaguaribe apresentou concentrações de 14302 mg kg<sup>-1</sup> no período chuvoso e 35540,5 mg kg<sup>-1</sup> no período de estiagem para o fósforo 22400 mg kg<sup>-1</sup> e 24300 mg kg<sup>-1</sup> para nitrogênio no MPS, respectivamente. Já o rio Lucaia apresentou concentrações de 466 mg kg<sup>-1</sup> no período chuvoso e 2017 mg kg<sup>-1</sup> no período de estiagem para o fósforo e 12000 mg kg<sup>-1</sup> e 39000 mg kg<sup>-1</sup> para nitrogênio no MPS, respectivamente. Sugerindo-se ampla possibilidade da reutilização desses nutrientes associados ao MPS como biofertilizantes.

**Palavras-chave:** reutilização de nutrientes, biofertilizantes, rios urbanos.

## 2. INTRODUÇÃO/OBJETIVO

A falta de planejamento urbano, a ocupação irregular do solo, o aumento da população e consequente ampliação das cidades, aliados à falta de proteção e de preservação dos recursos hídricos e descarte de efluentes sem tratamento ambientalmente adequado, principalmente de esgotos doméstico contribui, significativamente, com a poluição e a eutrofização dos rios urbanos (GURGEL; RIGHETTO, 2016).

O excesso de nutrientes nas águas residuais, como nitrogênio e fósforo, pode causar a eutrofização em corpos hídricos, alterando o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. A superfertilização acarreta o crescimento extraordinário de algas, gerando, por sua vez, sérios problemas ambientais e impactos ecológicos adversos podem ser classificados de acordo com três aspectos: redução da biodiversidade e substituição de espécies dominantes; aumento da toxicidade e da turbidez da água; e a diminuição da vida útil dos lagos (LAU et al., 1997; TRÉPANIER et al., 2002; CAI et al., 2013). O reaproveitamento desses nutrientes, em especial do nitrogênio e do fósforo, os quais se apresentam no meio aquático sob diferentes formas, é uma das alternativas para mitigar a superfertilização dos corpos hídricos.

A utilização de efluentes para diversos fins tem sido uma prática difundida no mundo inteiro, contribuindo, desta forma, para diminuir os problemas resultantes da escassez, da má distribuição e da má qualidade da água, além de suprir a demanda pelos nutrientes, nitrogênio e o fósforo, cujas reservas mundiais estão sendo esgotadas (MOTA et al., 2009). Atualmente os principais processos comerciais para a remoção de fósforo e nitrogênio a partir de efluentes de águas residuais são de precipitação química e remoção biológica (DE-BASHAN, 2004). Em escala industrial há o sistema para remoção de nutrientes de águas residuais, aplicado para tratamento de efluentes utilizando técnicas biológicas (SCHMID, 2000).

Há uma exiguidade em desenvolver tecnologias para remoção de nutrientes, porém os estudos têm sido baseados apenas para a remoção nos processos de tratamento das águas residuais domésticas, apresentando a necessidade de estudos voltados para remoção e/ou reutilização dos nutrientes nos rios urbanos comprometidos pelo descarte de efluentes domésticos. A reutilização dos nutrientes assimilados no MPS como biofertilizantes, presentes nos rios urbanos, além de tecnicamente viável, pode contribuir para a diminuição da eutrofização de corpos hídricos. Neste contexto, o presente trabalho objetiva avaliar o potencial do aproveitamento de nutrientes associados ao material particulado em suspensão (MPS) para produção de biofertilizantes a partir de rios urbanos (Lucaia e Jaguaribe) afetados por efluentes domésticos em Salvador - BA.

### **3. METODOLOGIA**

O procedimento amostral foi realizado nos dias 18 de agosto de 2016 e 17 de outubro de 2016, durante a maré de sizígia. As águas residuais e o material particulado em suspensão (MPS) dos rios Lucaia e Jaguaribe foram coletadas seguindo a metodologia adotada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011) e pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), para serem realizadas análises quantitativas para a comparação com os fertilizantes existentes. As amostragens foram realizadas em um único ponto e feitas triplicatas de campo.

No rio Lucaia, as amostras foram coletadas, na ponte próxima ao Anexo B (PA 7) da Universidade Salvador (UNIFACS), enquanto que no rio Jaguaribe ocorreu na ponte que dá acesso a um clube no bairro de Piatã. A bacia do rio Lucaia localiza-se ao Sul da cidade de Salvador - BA, possui uma área de 14,74 km<sup>2</sup>, encontrando-se revestido e/ou

encapsulado, totalmente antropizado e com águas opacas e muito escuras, devido ao despejo do esgoto doméstico *in natura* gerado em boa parte do município, além de apresentar o seu leito bastante assoreado comprometendo, assim, o fluxo de água. A bacia do rio Jaguaribe possui uma área de 52,76km<sup>2</sup>, essa bacia drena áreas urbanas densamente povoadas, grande parte com infraestrutura urbana precária e com sistemas descentralizados de esgotamento sanitário que atendem a conjuntos habitacionais, nos quais a prática de lançar efluentes domésticos e resíduos sólidos no rio ainda é comum entre os moradores, comprometendo, desta forma, a qualidade ambiental desse corpo hídrico (SANTOS *et al*, 2010).

Em campo foram medidos parâmetros físico-químicos, utilizando as sondas multiparâmetros HORIBA modelo U50, tais como: Temperatura (°C), Potencial Hidrogeniônico (pH), Potencial de Redução (mV), Condutividade (mS.cm<sup>-1</sup>), Turbidez (NTU), Oxigênio Dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>), Oxigênio dissolvido (%), TDS (g.L<sup>-1</sup>) e Salinidade (%). Para a caracterização da matriz água foram feitas análises de íons dissolvidos com o intuito de saber a concentração de sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), brometos (Br<sup>-</sup>) fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e nitrogênio amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), através da cromatografia iônica a partir do método APAH (2012). Para estabelecer os metais traços presentes foi utilizado a técnica de Espectrometria de Absorção Atômica. Para a caracterização do MPS, coletou-se as águas dos rios Lucaia e Jaguaribe e após a decantação do material particulado o mesmo foi liofilizado, macerado e peneirado em uma peneira de aço inox80 e 20 mesh. Para a determinação de nitrogênio total na matriz MPS, utilizou-se o Método de Kjeldahl por via úmida (EMBRAPA, 1999), as análises de fósforo assimilável no MPS foram realizadas, conforme o método de Aspila (1976) e Grasshoff (1983) e para estabelecer os metais presentes na matriz MPS, optou-se pela técnica de Espectrometria de Absorção Atômica.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Parâmetros Físico-Químicos**

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/05, o rio Jaguaribe foi qualificado como doce e o rio Lucaia salobro, em virtude do teor de salinidade medido durante o momento das coletas, a salinidade do rio Jaguaribe foi de 3%, em ambos períodos amostrais, e do rio Lucaia foi de 30,7% e 15

% nos meses de agosto e outubro, respectivamente. Quanto a classificação em função dos usos preponderantes o rio Jaguaribe foi classificado como classe 4 e o Lucaia classe 3.

A temperatura nos pontos amostrados apresentou pouca oscilação durante os meses de agosto e outubro, respectivamente, a temperatura medida no rio Jaguaribe foi de 26,15 °C e 26,81°C e o apresentou rio Lucaia 28,77 °C e 29,87 °C. Não há padrões estabelecidos pelo CONAMA para temperatura, mas devido às condições climáticas da região, os valores estão dentro do esperado. Quanto ao parâmetro pH, nas duas campanhas ambos os rios, não ultrapassaram a faixa limite estabelecida pela Resolução CONAMA n° 357/05, ficando na faixa de pH neutro. Esses parâmetros influenciam na solubilidade de algumas substâncias químicas (nutrientes, cátions e ânions, entre outros), podendo ser observada a distribuição dos mesmos nos rios (ANA, 2016).

Houve um aumento da turbidez no rio Jaguaribe durante a campanha, de 19,1 UNT para 26,6 UNT, motivado pelo possível lançamento de efluentes domésticos. No rio Lucaia, observou-se a diminuição da turbidez, de 71,0 UNT para 28,3 UNT, podendo ser explicado devido ao grande volume de chuva na bacia do Lucaia na segunda campanha, aumentando, portanto, a diluição dos sólidos em suspensão. Não há padrões de turbidez para águas doces de classe 4, desta maneira, comparando com o padrão estabelecido pela Resolução N° 357/05 para águas doces de classe 3 não houve violação do padrão superior a 100 UNT.

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) no rio Jaguaribe na primeira campanha foi de 5,65 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>, porém na segunda campanha ficou abaixo do limite determinado pela Resolução CONAMA N° 357/05, apresentando a concentração de 1,68 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>. No rio Lucaia, no mês de agosto, o OD 2,31 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>, em outubro, 2,18 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>, apresentando-se abaixo do limite estabelecido, 3 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>. Esses resultados podem ser explicados devido ao possível despejo de efluentes domésticos *in natura* e de efluentes provenientes do processo de tratamento de esgoto pela Estação de Condicionamento Prévio (ECP) da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA), situada nas proximidades do ponto de coleta. Esse despejo provoca uma diminuição da concentração do oxigênio dissolvido, em função do processo da degradação e decomposição da matéria orgânica durante a autodepuração dos despejos (ANA, 2016).

## 4.2 Parâmetros Inorgânicos

Não há padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05 para os parâmetros inorgânicos no enquadramento adotado para os rios Jaguaribe e Lucaia. O ânion sulfato ocorre nas águas superficiais através das descargas de esgotos domésticos, por meio da degradação de proteínas e uso como coagulantes no tratamento de esgoto e água (PIVELI, 2005). No rio Jaguaribe as concentrações do íon  $\text{SO}_4^{2-}$  nos meses de agosto e outubro foram,  $23,42 \text{ mg L}^{-1} \text{SO}_4^{2-}$  e  $24,17 \text{ mg L}^{-1} \text{SO}_4^{2-}$ , respectivamente. No rio Lucaia, os valores de sulfato foram  $4,4 \text{ mg L}^{-1} \text{SO}_4^{2-}$  no período chuvoso e  $103,33 \text{ mg L}^{-1} \text{SO}_4^{2-}$ , esse valor pode estar associado à liberação do efluente proveniente do emissário submarino do Rio Vermelho no dia da coleta.

Os resultados obtidos para fósforo no rio Jaguaribe foram de  $4,20 \text{ mg L}^{-1} \text{P}$ , no período chuvoso, e de  $2,37 \text{ mg L}^{-1} \text{P}$ , no período seco. No rio Lucaia no período chuvoso a concentração de  $\text{PO}_4^{3-}$  foi abaixo do limite de quantificação do método e no período seco apresentou a concentração de  $1,40 \text{ mg L}^{-1} \text{P}$ . A presença do fósforo está associada, principalmente, às descargas de esgotos sanitários (ANA, 2014). No Brasil, os esgotos sanitários apresentam concentrações de fósforo normalmente na faixa de 6 a  $10 \text{ mg L}^{-1} \text{P}$  (PIVELI, 2005).

Em relação à concentração de nitrogênio amoniacal, o rio Jaguaribe apresentou no mês de agosto a concentração de  $19,98 \text{ mg L}^{-1} \text{N}$  e em outubro,  $15,27 \text{ mg L}^{-1} \text{N}$ . Esses valores podem estar associados ao possível descarte de efluentes domésticos, pois o íon  $\text{NH}_4^+$  é indicador do lançamento de esgotos de elevada carga orgânica. (FUNASA, 2014). Segundo Metcalf e Eddy (1991), os esgotos sanitários apresentam, normalmente, de 20 a  $85 \text{ mg L}^{-1} \text{N}$ , das quais de 8 a  $35 \text{ mg L}^{-1} \text{N}$  são de nitrogênio orgânico e de 12 a  $50 \text{ mg L}^{-1} \text{N}$  encontram-se na forma amoniacal.

Os íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NO}_2^-$  são resultados de oxidação bacteriana do amônio a nitrito e deste a nitrato (FUNASA, 2014). Nas amostragens realizadas nos meses de agosto e outubro, o rio Jaguaribe a concentração de nitrato foi de  $0,60 \text{ mg L}^{-1} \text{N}$  e  $0,55 \text{ mg L}^{-1} \text{N}$ , respectivamente. Segundo Von Sperling (2005) a presença de nitrogênio orgânico, amônia, nitrito (em menores concentrações) e nitrato em um curso de água são indicadores do estágio intermediário da poluição.

O rio Lucaia, em agosto, apresentou valores abaixo do limite de quantificação do método para nitrogênio amoniacal e, em outubro, a concentração foi de  $5,17 \text{ mgL}^{-1}$ . Os valores para  $\text{NO}^{2-}$ , em ambas as coletas, apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do método ( $0,25 \text{ mg L}^{-1}$ ). Em relação à concentração de nitrato, na primeira campanha, apresentou valores abaixo do limite de quantificação do método, em contraste, o valor obtido para  $\text{NO}^{3-}$ , na segunda campanha, foi de  $1 \text{ mg L}^{-1} \text{ N}$ . A ausência de nitrito e nitrogênio amoniacal, bem como, a presença de nitrato, podem estar associadas aos processos de conversão da amônia em nitrito e, em seguida, do nitrito em nitrato (nitrificação), implicando no consumo de oxigênio dissolvido no corpo d'água, desta forma, apresentando um estágio intermediário da poluição (MOTA *et al.* 2009; VON SPERLING, 2005).

As concentrações de cobre (Cu), Cádmiio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb) estiveram abaixo do limite de quantificação do método para os rios Jaguaribe e Lucaia, inclusive no MPS, nos meses de agosto e outubro. O rio Jaguaribe apresentou, durante as amostragens, concentrações de:  $1,178 \text{ mg L}^{-1}$  e  $0,052 \text{ mg L}^{-1}$  para ferro (Fe),  $0,217 \text{ mg L}^{-1}$  e  $0,128 \text{ mg L}^{-1}$  para manganês (Mn) e  $0,035 \text{ mg L}^{-1}$  e  $0,012 \text{ mg L}^{-1}$  para zinco (Zn). O rio Lucaia obteve, durante o período amostral, concentrações de:  $0,061 \text{ mg L}^{-1}$  e abaixo do limite de quantificação do método para Fe,  $0,046 \text{ mg L}^{-1}$  e  $0,078 \text{ mg L}^{-1}$  para Mn,  $0,012 \text{ mg L}^{-1}$  e  $0,016 \text{ mg L}^{-1}$  para Zn.

Segundo Piveli (2006), nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos, à ocorrência de processos de erosão das margens e ao emprego de coagulantes a base de ferro. De acordo com a CETESB (2009), o manganês raramente atinge concentrações de  $1,0 \text{ mgL}^{-1}$  em águas superficiais naturais e, normalmente, está presente em quantidades de  $0,2 \text{ mgL}^{-1}$  ou menos.

As concentrações obtidas no MPS do rio Jaguaribe, durante as amostragens, foram de:  $42939 \text{ mg Kg}^{-1}$  e  $129918 \text{ mg kg}^{-1}$  para ferro (Fe),  $1329 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $2053 \text{ mg kg}^{-1}$  para manganês (Mn),  $334 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $227 \text{ mg kg}^{-1}$  para zinco (Zn). As concentrações de Fe no MPS do rio Lucaia foram de  $1695962 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $3104095 \text{ mg kg}^{-1}$ , em agosto e outubro, respectivamente. Os valores de Mn, no material particulado em suspensão do rio Lucaia, foram de  $48 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $71 \text{ mg kg}^{-1}$ , as concentrações de Zn, nos meses de agosto e outubro, foram de  $25 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $43 \text{ mg kg}^{-1}$ , nessa ordem.

De acordo com a CESTEB (2009) a presença de zinco é comum nas águas superficiais naturais, em concentrações geralmente abaixo de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ . Os materiais particulados em suspensão presentes nos rios estudados não apresentaram concentrações para maioria dos metais tóxicos. Em relação à concentração de metais presentes nos fertilizantes existentes no mercado, o rio Jaguaribe apresentou concentrações similares aos fertilizantes fosfatados e ao lodo de esgoto. O rio Lucaia obteve valores similares aos fertilizantes fosfatados e aos esterco (Tabela 1).

Tabela 1 - Concentração de metais presentes em fertilizantes existentes no mercado e MPS dos rios Jaguaribe e Lucaia

Metais	Rio Jaguaribe		Rio Lucaia		Fertilizantes			
	Inverno	Primavera	Inverno	Primavera	Lodo de Esgoto	Fosfatado	Nitrogenado	Esterco
	mg kg <sup>-1</sup>							
Cd	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2 – 1500	0,1 – 170	0,05 – 8,5	0,3 – 0,8
Co	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2 – 260	1 -12	5 – 12	0,3 - 24
Cr	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	20 – 40600	66 -245	3 – 19	5,2 - 55
Cu	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	50 – 3300	1 – 300	1 – 15	2 – 60
Mn	1329	2053	48	71	60 - 3900	40 – 2000	-	30 - 550
Ni	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	16 - 5300	7 - 38	14062,00	7,8 – 30
Pb	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	50 - 3000	7 – 225	2 - 1450	6,6 - 3500
Zn	334	227	25	43	700 – 49000	50 – 1450	1 - 42	15 - 250

Legenda: < LQ: abaixo do limite de quantificação do método

Fonte: Kabata-Pendias e Pendias (2000).

#### 4.3 Concentração de MPS e nutrientes (N e P) nos rios Jaguaribe e Lucaia

As concentrações do MPS no rio Jaguaribe foram de  $13 \text{ mg L}^{-1}$  e  $9,053 \text{ mg L}^{-1}$ , e no rio Lucaia os teores de material particulado em suspensão foram de  $30,095 \text{ mg L}^{-1}$  e  $11,815 \text{ mg L}^{-1}$ , nos meses de agosto e outubro, respectivamente. As concentrações do MPS em estuários são determinadas pela combinação de processos biológicos, hidrodinâmico e físico-químicos (GAO *et al.*, 2008). O rio Jaguaribe, em agosto, apresentou concentração para fósforo assimilável de  $14302 \text{ mg kg}^{-1}$  e nitrogênio total de  $22400 \text{ mg kg}^{-1}$ , apresentando a razão N:P de 1,57. Em contraste, no mês de outubro o mesmo rio apresentou concentração para fósforo assimilável de  $35540,5 \text{ mg kg}^{-1}$  e nitrogênio total de  $24300 \text{ mg kg}^{-1}$ , apresentando a razão N:P de 0,68. As altas

concentrações de fósforo no rio Jaguaribe podem ser explicadas, devido ao possível despejo de efluentes domésticos no curso do rio (MOTA *et al.*, 2009). O rio Lucaia, na primeira amostragem, obteve para fósforo assimilável a concentração de 466 mg kg<sup>-1</sup> e nitrogênio total de 12000 mg kg<sup>-1</sup>, obtendo a razão N:P de 25,75. No entanto, na segunda amostragem, o valor para fósforo assimilável foi de 2017 mg kg<sup>-1</sup> e nitrogênio total de 39000 mg kg<sup>-1</sup>, apresentando a razão N:P de 19,33.

A presença do nitrogênio e do fósforo estão relacionadas principalmente ao estado de decomposição da matéria orgânica e de contribuições antrópicas, como efluentes do esgotamento sanitário (VANNUCCI, 2002). Segundo Branco (1978) a relação entre nitrogênio e fósforo normalmente encontrada em esgotos domésticos situa-se próximo de 6:1. A oscilação das frações do fósforo pode ser promovida devido à variação nas concentrações de oxigênio, que propicia um aumento ou diminuição das concentrações, pois a liberação do fosfato retido no sedimento pode facilmente ocorrer em condições de baixas concentrações de oxigênio e, sobretudo, em anoxia (ESTEVES, 1998). A Tabela 2, também, apresenta a porcentagem média de nitrogênio e fósforo na composição do lodo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Barueri e em alguns materiais orgânicos utilizados como fertilizantes orgânicos, podendo-se observar que a concentração de N e P encontrada nos adubos orgânicos existentes no mercado estão dentro da faixa encontrada no MPS dos rios Lucaia e Jaguaribe.

Tabela 2 - Concentração de fósforo assimilável e nitrogênio total no MPS dos rios Jaguaribe e Lucaia, nos meses de agosto e outubro, em comparação com as concentrações encontradas no lodo da ETE- Barueri e materiais orgânicos.

Locais	Nitrogênio total (%)	Fósforo assimilável (%)
Rio Jaguaribe (Agosto) <sup>1</sup>	2,24	1,43
Rio Jaguaribe (Outubro) <sup>1</sup>	2,43	3,55
Rio Lucaia (Agosto) <sup>1</sup>	1,20	0,047
Rio Lucaia (Outubro) <sup>1</sup>	3,90	0,20
Esterco de bovino <sup>2</sup>	1,50	1,2
Esterco de galinha <sup>2</sup>	1,40	0,8
Vinhaça <sup>2</sup>	0,06	0,01
Composto de lixo <sup>2</sup>	0,6	0,2
Lodo da ETE-Barueri <sup>3</sup>	3,07	0,64
Fonte: Autor <sup>1</sup> , Van Raijet <i>et al</i> (1996) <sup>2</sup> e Damasceno <i>et al</i> (1998) <sup>3</sup> .		

Bisso *et al.* (2003) analisaram um biofertilizante usado na pulverização da cultura da calêndula (*Calendula officinalis L.*) e obtiveram a seguinte composição química: 8400 mg kg<sup>-1</sup> de N e 3200 mg kg<sup>-1</sup> de P. O rio Jaguaribe apresentou concentrações para fósforo assimilável de 14302 mg kg<sup>-1</sup> e 35540,5 mg kg<sup>-1</sup> e nitrogênio total de 22400 mg kg<sup>-1</sup> e 24300 mg kg<sup>-1</sup>, em ambas as amostragens, e o rio Lucaia apresentou concentrações para fósforo assimilável a concentração de 466 mg kg<sup>-1</sup> e 2017 mg kg<sup>-1</sup> e para nitrogênio total de 12000 mg Kg<sup>-1</sup> e 39000 mg kg<sup>-1</sup>. Estando, significativamente, acima dos valores encontrados por Bisso *et al.* (2003).

## 5. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O valor de mercado crescente de componentes de águas residuais, tais como N e P, e a fonte limitada de fósforo, impulsionam a recuperação desses recursos a partir de águas residuais. A partir dessa premissa, o rio Jaguaribe, durante o período amostral apresentou concentrações de 14302 mg kg<sup>-1</sup> e 35540,5 mg kg<sup>-1</sup> para o fósforo orgânico e 22400 mg kg<sup>-1</sup> e 24300 mg kg<sup>-1</sup> para nitrogênio total, constatando-se uma elevada concentração de N e P e a ausência de concentrações acima dos valores estabelecidos pelo CONAMA para metais tóxicos. Esses nutrientes são as principais fontes de produção de fertilizantes, desse modo, concluiu-se que há a possibilidade da reutilização desses nutrientes associados ao MPS como biofertilizantes. Além disso, o excesso de N e P associados ao MPS, presentes nos rios estudados, confirmam a suspeita de despejo de efluentes domésticos no curso dos rios, que contribuem para a eutrofização desses corpos hídricos. A discussão acima aplica-se, também, para o rio Lucaia que apresentou concentrações de 466 mg kg<sup>-1</sup> e 2017 mg kg<sup>-1</sup> para o fósforo orgânico e 12000 mg kg<sup>-1</sup> e 39000 mg kg<sup>-1</sup> para nitrogênio total.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Indicadores De Qualidade - Índice De Qualidade Das Águas (IQA)**. Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <[http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#\\_ftn1](http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn1)>. Acessado em: 15 de novembro de 2016.

---

BRANDÃO, Carlos J. *et al.*, organizador. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CAI T., PARK S., LIN Y. 2013. **Nutrient recovery from wastewater streams by microalgae: Status and prospects**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 19, 360–369. Elsevier.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 357/05**. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.