

IV-143 - REMEDIAÇÃO COM ARGILA DE LANTÂNIO NO MANANCIAL JOANES I E SUAS IMPLICAÇÕES NO ABASTECIMENTO DE SALVADOR, BAHIA

Luiz Henrique Delgado Maia⁽¹⁾

Biólogo pela Universidade Federal de Viçosa. Especialista em Hidrobiologia (CRBio08). Analista de Saneamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. - Embasa.

Glaucio Cayres de Souza⁽²⁾

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal da Bahia. Especialista em Gerenciamento de Recursos Hídricos pela UFBA. MBA em Saneamento Ambiental pela Fundação Getúlio Vargas. Gestor da Unidade de Desenvolvimento Operacional da Embasa.

Rogério de Medeiros Netto⁽³⁾

Engenheiro Civil, mestre em Engenharia Ambiental Urbana pela Universidade Federal da Bahia (MEAU/UFBA). Engenheiro na Embasa.

Theresa Cristina Bittencourt Barros⁽⁴⁾

Engenheira de Produção pela ÁREA 1 – DeVry Brasil. Responsável pela Gerência de Tecnologia Operacional da Embasa.

Endereço⁽¹⁾: Av. Dom Eugênio Sales S/N, Embasa-Parque da Bolandeira - Boca do Rio - Salvador - BA - CEP: 41706-670 - Brasil - Tel: +55 (71) 3373-7898 - e-mail: luiz.maia@embasa.ba.gov.br

RESUMO

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) Vieira de Mello e Teodoro Sampaio são responsáveis por abastecer 40% dos reservatórios de água tratada da cidade de Salvador, Bahia. Nos últimos anos, este abastecimento tem sido comprometido devido à queda na qualidade da água do principal manancial responsável por abastecer estas ETAs: o manancial Joanes I. O despejo de esgoto doméstico, efluentes industriais, lixiviação e carreamento de fertilizantes da bacia têm comprometido a qualidade da água no manancial com o aporte de nutrientes, entre eles o Fósforo, tendo como consequência inúmeras florações de cianobactérias e o desequilíbrio da comunidade aquática. Diante do problema, a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa) encontrou como alternativa a aplicação de uma argila modificada e enriquecida com Lantânio, remediador denominado Phoslock[®], devidamente registrado no IBAMA. No final de 2015 foi assinada a Ordem de Serviço autorizando a empresa representante do Phoslock[®] iniciar a execução do projeto de recuperação da qualidade da água e controle de cianobactérias no reservatório Joanes I, orçado no valor de R\$2.266.000,00. A Proposta Técnica elaborada contabilizou 125 toneladas do remediador químico aplicados em três etapas, durante o ano de 2016. Nas duas primeiras etapas foram verificadas melhorias significativas na qualidade da água do manancial Joanes I (área próxima ao barramento) durante um intervalo de aproximadamente 90 dias após a aplicação do remediador Phoslock[®]. Esta melhoria repercutiu na diminuição do consumo de produtos químicos pelas ETAs Vieira de Mello e Teodoro Sampaio. Porém, no segundo semestre de 2016 os dados do monitoramento repercutiram valores preocupantes quanto à qualidade da água e o aumento no consumo de produtos químicos pelas ETAs. A empresa responsável pela aplicação do remediador Phoslock[®] justificou os resultados através do Relatório de Caracterização, bem como o Relatório Hidrodinâmico, apresentando um estudo mais detalhado das cargas da bacia que influenciam no aporte de Fósforo e consequentemente na dinâmica do manancial.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias, Eutrofização, Mananciais, Remediação, Tratamento de Água.

INTRODUÇÃO

O rio Joanes nasce no município de São Francisco do Conde, localizado no Recôncavo Baiano, percorrendo 75 km até desembocar na praia de Buraquinho, no município de Lauro de Freitas. Os municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Joanes são: São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé, Candeias, Dias d'Ávila, Simões Filho, Salvador, Camaçari e Lauro de Freitas. Com uma área de aproximadamente 755 Km², o rio Joanes faz limite com a bacia do rio Jacuípe, as bacias da área urbana de Salvador e, a sudeste, com o oceano Atlântico. Seus principais afluentes são os rios Ipitanga, Muriqueira, Camaçari, Itamboató, Jacarecanga,

Bonessu, Bandeira, Petecada e Uberaba. Em seu curso principal, encontram-se as barragens de Joanes II e I, utilizadas para abastecimento público do Sistema Integrado de Abastecimento de Água (SIAA) de Salvador. A partir da represa Joanes II, devidamente apoiada pela transposição proveniente da represa de Santa Helena, é feito o recalque de água bruta para a ETA Principal, reforçando o atendimento do Sistema de Pedra do Cavalo.

O SIAA de Salvador é o principal sistema de abastecimento da Região Metropolitana (RMS), utilizando como mananciais as represas de Joanes I e II; Ipitanga I, II e III; Santa Helena; e Pedra do Cavalo. Esse sistema conta com três unidades de produção de água tratada para onde convergem as águas brutas dos mananciais utilizados: a ETA Principal, ETAs Vieira de Mello / Teodoro Sampaio e a ETA Suburbana.

A barragem Joanes I, construída em 1955, está próxima ao povoado Jambreiro, no município de Lauro de Freitas, a 8 km da foz do rio Joanes. O barramento é de concreto com 18 metros de altura, 108 metros de extensão, com a cota do nível d'água máximo de 16,00 metros. O reservatório apresenta uma bacia de drenagem de 186 km², ocupando uma área de cerca de 650 hectares, capacidade total de 19.000.000 m³ e volume útil de 15.000.000 m³. O Reservatório Joanes I é um sistema relativamente raso, com profundidade inferior a 4 metros ($Z=4$ m), constituído por duas sub-áreas. A primeira e principal é um tanto dendrítica e está sob influência direta da barragem Joanes I. A segunda é o lago localizado aproximadamente 3 Km a montante da barragem, com uma forma bastante ampla e poucos recortes, sendo mais raso que a área a jusante ($Z=2$ m). Estas duas sub-áreas são separadas por um trecho estreito do rio Joanes coberto por densos estandes de macrófitas flutuantes (*Eichornea crassipes*), praticamente inviável de ser navegado, em destaque na **Figura 1**.



Figura 1: Imagem de satélite evidencia toda área do manancial Joanes I, constituído pela barragem Joanes I ao sul e Lago a montante, divididos por uma extensa área de macrófitas flutuantes (em verde com contorno vermelho).

As ETAs Vieira de Mello e Teodoro Sampaio, localizadas no Parque da Bolandeira em Salvador, recebem água bruta por meio de sistemas adutores que captam água nas represas de Joanes I e Ipitanga I. Estas ETAs foram projetadas para tratar até 5 m³/s e atualmente tratam aproximadamente 3 m³/s, sendo que 2,4 m³/s é proveniente do manancial Joanes I.

A represa Joanes I tem sido, ao longo dos anos, um local de biodisponibilização e disponibilização de fósforo, o que torna o ambiente enriquecido e com alterações de seu estado trófico. A remoção de fósforo tem sido o principal foco de estudos de restauração ambiental de ecossistemas aquáticos como lagos, estuários, rios e

reservatórios. O fósforo, juntamente com o nitrogênio, é um dos nutrientes mais importantes e responsáveis pela eutrofização de águas naturais. Uma das principais conseqüências da eutrofização é o crescimento acelerado de algas potencialmente produtoras de toxinas, como as cianobactérias. Estes organismos podem apresentar uma série de vantagens competitivas que possibilita a formação de populações dominantes em diversos sistemas aquáticos. Os efeitos de sua proliferação geram problemas de transparência, em função da alta densidade, provocando também odores e sabores alterados, o que aumenta a preocupação com a presença de cianotoxinas. Isto inviabiliza a potabilidade da água para animais e seres humanos. A entrada de fósforo em corpos d'água pode ser proveniente de origem antropogênica como o despejo de esgoto doméstico, efluentes industriais, lixiviação e carreamento de fertilizantes da bacia ou estrume em áreas de agricultura.

Em função da situação do corpo d'água em análise, o grupo técnico de mananciais da Embasa, após considerar cada possibilidade para remediar a situação, vislumbrou como solução emergencial a utilização de um remediador químico que precipitasse o fósforo e que pudesse ser utilizado em mananciais de abastecimento público sem causar grande impacto ambiental e à saúde humana. A solução encontrada no mercado foi a argila modificada e enriquecida com lantânio, remediador ambiental denominado Phoslock®.

Conforme informações do Fornecedor, o Phoslock® foi desenvolvido na Austrália pela CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation). O produto é uma argila ionicamente modificada desenvolvida para reduzir > 95% do estoque de fósforo em corpos d'água e, assim, controlar florações de macrófitas e cianobactérias potencialmente tóxicas. Este remediador é resultado de uma modificação iônica da argila bentonita por meio da adição do elemento Lantânio (La^{+3}), uma terra rara que possui elevada especificidade iônica por íons de ortofosfato (PO_4^{-3}), principal nutriente para produtores primários. O produto Phoslock® é composto por 95% de bentonita, na forma de grânulos e 5% de lantânio. Devido à capacidade de adsorção do ortofosfato, o lantânio é o ingrediente ativo do produto.



A ligação iônica ocorre com maior eficiência em uma faixa de pH de 5 a 9, sendo permanente em pHs de 4 a 11. Após a aplicação, o fósforo solúvel na massa d'água decanta em até 24h, formando uma fina camada de 1 a 2 mm sobre o sedimento. No fundo, o produto continua ativo adsorvendo os influxos de fósforo até que não haja sítios de ligação e a argila se torne saturada com os fosfatos. Uma vez que o nutriente foi adsorvido pelo Phoslock®, o crescimento das cianobactérias é limitado pela depleção. O produto foi testado quanto a sua toxicidade crônica e aguda em vários organismos aquáticos bioindicadores (peixes, micro e macro crustáceos e invertebrados bentônicos) usando os critérios de toxicidade da EPA (Environmental Protection Agency) dos Estados Unidos. Concluiu-se que o produto não oferece riscos à vida aquática, tampouco à saúde humana. Sendo assim, sua produção recebeu aprovação do NICNAS (National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme) em 2001, na Austrália.

MATERIAIS E MÉTODOS

O cálculo da dosagem de Phoslock® foi realizado pela empresa contratada e se baseou nos dados fornecidos pelos técnicos da Embasa. De acordo com os dados disponibilizados, a concentração de Fósforo Total no ponto de captação da represa Joanes I variou entre 0,035 mg/L e 0,202 mg/L de maio de 2013 a maio de 2014. A média ao longo deste período correspondeu a 0,094 mg/L. Com base nestes dados foi elaborada a Proposta Técnica que resultou num cálculo total de 125 toneladas de Phoslock® a serem aplicados no manancial. A estratégia para o tratamento do Sistema Joanes I foi dividida em 3 etapas de aplicação do produto ao longo de um ano (janeiro a dezembro de 2016). Estas aplicações estiveram condicionadas a superação de resistências, apresentadas durante a obtenção da licença ambiental pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA. A autorização ambiental exigiu o cumprimento de 12 condicionantes. O trabalho social foi essencial para divulgação e conscientização da população que reside próximo à barragem, assim como os pescadores que utilizam o manancial Joanes I. O intenso diálogo com os principais atores sociais e institucionais foi determinante para a realização do projeto.

Tabela 1: Dosagens de Phoslock® a serem aplicadas na Barragem Joanes I.

Aplicações e Datas	Barragem Joanes I	
	Dosagens (Toneladas)	% da dose
1ª Aplicação – (06/01/2016 a 15/01/2016)	45	36%
2ª Aplicação – (18/05/2016 a 24/05/2016)	40	32%
3ª Aplicação – (12/12/2016 a 16/12/2016)	40	32%

O produto ficou armazenado em sacos feitos com polipropileno de alta resistência e tenacidade. Estes sacos big bag possuem alças que facilitam o manuseio e contam com o auxílio de pallets.

A aplicação do remediador Phoslock® foi realizada por meio de uma embarcação denominada “Pier Flutuante” de 16 m² provida de um sistema de aplicação para dispersão homogênea do produto sobre a superfície da água. A remediação ocorreu apenas na área próxima ao barramento, pós extensa área de macrófitas (**Figura 1**). A primeira etapa de aplicação iniciou-se no dia 06/01/2016 e se estendeu até o dia 15/01/2016. O produto foi aplicado homogeneamente por toda a superfície da água, seguindo uma sequência de aplicação de montante para jusante (área próxima a barragem Joanes I). A segunda aplicação iniciou-se no dia 18/05/2016 e se estendeu até o dia 24/05/2016. A última etapa de aplicação ocorreu entre os dias 12/12/2016 e 16/12/2016.

O Laboratório Central da Embasa monitorou todas as fases da aplicação do remediador durante o ano de 2016 (antes, durante e após o período de aplicação) em paralelo com a empresa contratada, fornecedora do Phoslock®. O ponto de coleta próximo a captação serviu como referência para interpretação dos dados obtidos através das coletas de superfície, meio e fundo. Para avaliar a condução do Projeto, a Embasa concentrou especificamente nos resultados das análises de Fósforo Total, Ortofosfato, Clorofila-a e Densidade de Cianobactérias conforme a Proposta Técnica elaborada pelo Fornecedor. As coletas foram efetuadas com auxílio da garrafa de Van Dorn nas diferentes profundidades e as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas para o transporte e envio ao laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados Laboratoriais

Tabela 2: Resultados referentes ao período da 1ª aplicação do remediador Phoslock® - Embasa.

	Cianobactérias céls/mL	Clorofila-a µg /L	Fósforo Total mg P/L	Ortofosfato mg P/L
21/12/2015 – Antes da 1ª aplicação	148.300	31,94	0,2135	0,023
11/02/2016 – Após a 1ª aplicação	300.100	15,43	0,053	0,02
Redução das médias	Aumento de 102%	52%	75%	13%

- Média dos resultados das análises das amostras de superfície e meio da coluna d’água no ponto JOI – PREM 1 Bx do Jambeiro (Areia Branca) +/- 42 m a montante do centro do barramento (barco) – Antes e Após a aplicação do remediador Phoslock®

Foi emitida uma Nota Técnica pelo Departamento de Controle da Qualidade da Embasa reforçando o alcance de duas variáveis (redução de 52% de Clorofila-a e 75% de Fósforo Total). O aumento de 102% na densidade de cianobactérias se deve a uma alteração na composição das espécies dominantes. Os gêneros *Cylindrospermopsis* e *Microcystis*, anteriormente dominantes no reservatório, sofreram uma redução respectivamente de 91% e 81% em suas densidades. O gênero *Aphanocapsa*, sem histórico de dominância

significativa no reservatório em 2014 e até agosto de 2015, apresentou um aumento de 212% em suas densidades. O gênero *Merismopedia* apresentou um aumento de 100% em suas densidades. A substituição observada no comportamento das espécies dominantes pode refletir basicamente os seguintes processos: **1.** A redução de fósforo promoveu um impacto nas densidades de *Cylindrospermopsis* e *Microcystis* possibilitando que os gêneros *Aphanocapsa* e *Merismopedia* aumentassem suas densidades devido ao processo de competição; e **2.** As reduções podem estar associadas a aplicação do Phoslock® ou aos eventos de chuva no segundo semestre de 2015. O alcance de pelo menos duas metas assegurou a continuidade do projeto.

Tabela 3: Resultados referentes ao período da 2ª aplicação do remediador Phoslock® - Embasa.

	Cianobactérias cél/s/mL	Clorofila-a µg /L	Fósforo Total mg P/L	Ortofosfato mg P/L
17/05/2016 – Antes da 2ª aplicação	309.500	18,07	0,163	< 0,02
01/06/2016 – Após a 2ª aplicação	46.600	16,75	0,034	< 0,02
Redução das médias	84,95 %	7,31 %	79,14%	–

- Média dos resultados das análises das amostras de superfície e meio da coluna d'água no ponto JOI – PREM 1 Bx do Jambeiro (Areia Branca) +/- 42 m a montante do centro do barramento (barco) – **Antes e Após** a aplicação do remediador **Phoslock®**

O Departamento de Controle da Qualidade emitiu uma nova Nota Técnica descrevendo uma melhoria significativa na qualidade da água do manancial Joanes I. Poucos dias após o término da segunda aplicação foi possível verificar uma redução de 85% na densidade de cianobactérias e 79% de Fósforo Total. Os resultados reforçaram o alcance de pelo menos duas metas, o que de fato assegurou a realização da 3ª etapa de aplicação.

Tabela 4: Resultados referentes aos intervalos de 60 / 90 dias após a 2ª aplicação do remediador Phoslock® e anterior a 3ª aplicação - Embasa.

	Cianobactérias cél/s/mL	Clorofila-a µg /L	Fósforo Total mg P/L	Ortofosfato mg P/L
26/07/2016 – 60 dias após a 2ª aplicação	3.050	6,19	0,029	< 0,02
24/08/2016 – 90 dias após a 2ª aplicação	148.400	17,90	0,045	< 0,02
05/12/2016 – Antes da 3ª aplicação	171.000	18,43	0,036	< 0,02

- Média dos resultados das análises das amostras de superfície e meio da coluna d'água no ponto JOI – PREM 1 Bx do Jambeiro (Areia Branca) +/- 42 m a montante do centro do barramento (barco) – **Antes e Após** a aplicação do remediador **Phoslock®**

Conforme dados da **Tabela 4**, o remediador Phoslock® tem se mostrado eficaz quando o tratamento acontece em intervalos de até 90 dias. O remediador não obteve o resultado esperado quanto ao bloqueio dos influxos de fósforo do sedimento, fonte interna de eutrofização.

A empresa Hidrosience, representante exclusiva do Phoslock® no Brasil, entregou o Relatório de Caracterização, bem como o Relatório Hidrodinâmico do manancial Joanes I, apresentando um estudo mais detalhado das cargas da bacia que influenciam no aporte de fósforo e consequentemente na dinâmica do manancial. No primeiro relatório foi constatado que a concentração de fósforo no sedimento é maior do que os técnicos da Embasa haviam previsto, sendo esta a principal fonte interna de eutrofização do manancial. Como

a dosagem contratada foi bem aquém da dosagem necessária, de acordo com o relatório de caracterização do manancial, esta pode ser uma das causas da necessidade de se reaplicar o produto após três meses.

Tabela 5: Resultados referentes ao período da 3ª aplicação do remediador Phoslock® - Embasa.

	Cianobactérias cél/s/mL	Clorofila-a µg /L	Fósforo Total mg P/L	Ortofosfato mg P/L
05/12/2016 – Antes da 3ª Aplicação	171.000	18,43	0,036	< 0,02
05/01/2017 – 20 dias após a 3ª aplicação	1.506.900	70,22	0,063	0,03
07/02/2017 – 48 dias após a 3ª aplicação	702.800	39,95	0,092	0,054
16/03/2017 – 85 dias após a 3ª aplicação	241.450	20,16	0,031	< 0,02
26/04/2017 – 126 dias após a 3ª aplicação	461.660	32,54	0,06	< 0,02

- Média dos resultados das análises das amostras de superfície e meio da coluna d'água no ponto JOI – PREM 1 Bx do Jambeiro (Areia Branca) +/- 42 m a montante do centro do barramento (barco) – **Antes e Após** a aplicação do remediador **Phoslock®**

A ausência de um local com infraestrutura adequada para armazenar a carga de 40 toneladas do remediador levou a que a importação do material só se desse após a autorização para aplicação por parte da Embasa, a qual ficou condicionada aos resultados das análises de monitoramento da qualidade da água. Assim, devido ao tempo requerido pelo processo de importação, não foi possível antecipar a aplicação do remediador para antes do mês de dezembro de 2016.

Assim como as demais aplicações de Phoslock® realizadas, a terceira etapa de aplicação do remediador tinha o objetivo de imobilizar o fósforo presente na coluna d'água e também reduzir ainda mais a fonte interna de eutrofização proveniente do sedimento. A concentração de fósforo na coluna d'água na área da captação antes de iniciar a aplicação, no dia 05/12/2016, estava em torno de 0,036 mg/L. Porém, após 20 dias do término da 3ª etapa de aplicação, no dia 05/01/2017, foram observadas concentrações de fósforo estranhamente mais elevadas, em torno de 0,063 mg/L. E, em decorrência deste aumento, foram também observadas densidades de cianobactérias significativamente mais elevadas, alcançando o valor de 1.506.900 células/mL.

Como era esperada uma redução nos quatro parâmetros após a aplicação, levanta-se naturalmente a possibilidade de que algum fator externo tenha promovido estes incrementos. Foi solicitada à empresa representante do Phoslock® uma justificativa técnica quanto aos resultados da 3ª etapa de aplicação. Segundo a justificativa técnica, a causa mais provável para explicar esses resultados inesperados seria a abertura do reservatório Joanes II para suplementação do nível da água na barragem Joanes I. O reservatório Joanes II teve suas comportas abertas por 20 dias, desde o dia 17/12/2016 até o dia 07/01/2017. Os dados de cota e volume do reservatório Joanes I demonstraram que durante este período a cota do Joanes I passou de 14,71 m para 15,52 m. O volume de água referente a esta variação de cota, considerando a adução aproximada de 2m³/s no Joanes I, soma no mínimo 5.000.000 m³, ou seja, praticamente metade do volume total do sistema na cota em que estava em 17/12/2016 (11.376.000 m³). Tamanho volume d'água tem o potencial de renovar todo o volume existente na área de montante do reservatório, denominado de Prainha e onde os níveis de eutrofização são extremamente elevados e a ocorrência de florações é constante ao longo do ano, devido às cargas afluentes dos córregos Muriqueira e Camaçari. Porém, no dia 05/01/2017, após 20 dias de abertura das comportas do Joanes II, as concentrações de fósforo e clorofila-a caíram significativamente, enquanto os valores destas mesmas variáveis se elevaram nos pontos localizados na barragem Joanes I. Houve uma alternância de valores entre a barragem Joanes I e o lago a montante (Prainha), o que demonstra que a grande vazão defluente do

reservatório Joanes II tenha carreado praticamente toda a massa de fósforo, assim como as algas existentes na Prainha para a área da barragem Joanes I.

Vale ressaltar que após as duas primeiras etapas de aplicação (janeiro e maio/2016) não houve abertura imediata das comportas da barragem Joanes II, o que reforça a justificativa técnica apresentada pela empresa representante do Phoslock®. Porém, alguns questionamentos devem ser abordados: 1º- O sistema Joanes I é um manancial raso, estando passível de ressuspensão de sedimentos devido à ação dos ventos, ao comportamento de algumas espécies de peixes que reviram o sedimento e as aberturas momentâneas da barragem Joanes II que pode ter uma vazão defluente capaz de ressuspender o sedimento, o que poderia prejudicar a ação do remediador Phoslock® de impedir os influxos de fósforo para a coluna d'água, responsável pela eutrofização interna; 2º- A ausência de um estudo quanto à variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no reservatório Joanes I deixa em aberto algumas perguntas quanto à eficiência do remediador no sedimento do manancial.

Resultados Operacionais (ETAs Vieira de Mello e Teodoro Sampaio)

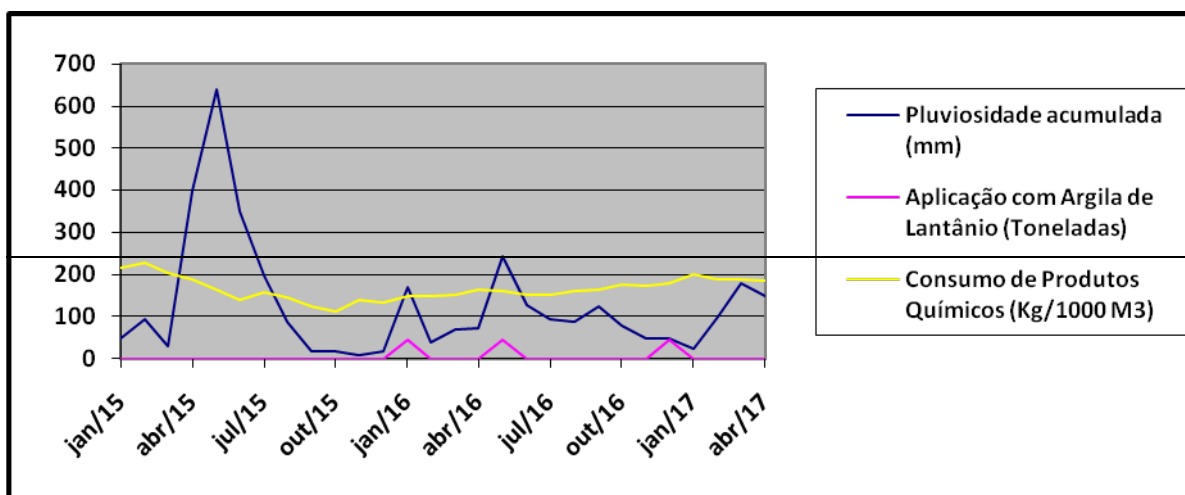


Figura 2: Relação da Média do Consumo de Produtos Químicos (Kg/1000 M³) nas ETAs Vieira de Mello e Teodoro Sampaio com a Média da Pluviosidade acumulada (mm) e Aplicação com Argila de Lantânio (Toneladas) durante os anos de 2015 e 2016.

Foi verificado uma redução de 19% no consumo de produtos químicos pelas ETAs Vieira de Mello e Teodoro Sampaio durante o primeiro semestre de 2016 se compararmos com o mesmo período de 2015, sendo que a redução no consumo de cloro foi de 40%. Os gastos com produtos químicos nas ETAs do Parque da Bolandeira registraram uma economia de R\$ 3,4 milhões no primeiro semestre de 2016 comparado com o mesmo período de 2015. Porém, durante o segundo semestre de 2016 houve um aumento de 24% no consumo de produtos químicos pelas ETAs, sendo que o aumento no consumo de cloro foi de 9%. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), em 2016 foi registrada uma pluviosidade anual em torno de 1220 mm sendo que em 2015 esta pluviosidade ficou próxima de 1925 mm.

O registro de chuva bem abaixo do esperado para a média histórica e o extenso intervalo entre o final da segunda aplicação do remediador Phoslock® (maio/2016) e o início da terceira aplicação (dezembro/2016) podem explicar o aumento no consumo de produtos químicos pelas ETAs do Parque da Bolandeira durante o segundo semestre de 2016, já que o remediador Phoslock® tem se mostrado eficaz quando o tratamento acontece em intervalos de até 90 dias.

A avaliação final ao longo de 2016 possibilitou verificar uma redução de 5,73% nos gastos com produtos químicos (aproximadamente 1 milhão de reais) comparado com 2015, sendo que a redução no consumo de cloro ao longo de 2016 ficou em torno de 22,24%.

O atraso na logística da aplicação do remediador Phoslock® durante a 3ª etapa (dezembro/2016) atrelados aos problemas operacionais decorrentes da vazão defluente da barragem Joanes II mais o baixo volume de precipitação pluviométrica justificam os resultados operacionais no primeiro quadrimestre de 2017. Foi evidenciado um aumento de 24,4% no consumo de produtos químicos comparado com o mesmo período de 2016. Em termos financeiros, tivemos um acréscimo de 14,5% (aproximadamente R\$ 430.000,00) quando comparado com o primeiro quadrimestre de 2016.

CONCLUSÕES

O remediador Phoslock® apresentou uma melhoria na qualidade da água apenas nas duas primeiras aplicações (1º semestre de 2016), já que os resultados laboratoriais e operacionais foram extremamente preocupantes após a última etapa de aplicação no manancial Joanes I. Os inúmeros ajustes que ocorreram durante o projeto requerem um estudo minucioso quanto ao bloqueio dos influxos de fósforo no sedimento, possibilitando avaliar sua eficiência e aplicabilidade para mananciais rasos, já que as aberturas momentâneas das comportas da barragem Joanes II e a ausência de um estudo quanto à variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no reservatório direcionam para tal questionamento.

Os dados do monitoramento indicaram que o sedimento representa uma fonte interna de eutrofização significativa para a ocorrência de florações de cianobactérias.

A dosagem contratada foi bem aquém da dosagem necessária, de acordo com o relatório de caracterização do manancial. Esta pode ser uma das causas da necessidade de se reaplicar o produto após três meses.

Enquanto as obras de esgotamento sanitário das cidades que compõem a bacia do rio Joanes não forem concluídas e a disponibilidade hídrica não permitir uma vazão contínua das barragens Joanes I e II, a Embasa terá que intervir com soluções paliativas que minimizem os impactos ambientais e assegurem uma água com melhor qualidade para as ETAs do Parque da Bolandeira. A melhoria do estado trófico visa adequar o manancial aos parâmetros previstos na Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde e à Resolução Conama 357/05.

A continuidade do tratamento com o remediador Phoslock® na barragem Joanes I permitirá uma melhor avaliação quanto ao bloqueio dos influxos de fósforo no sedimento do manancial, o seu tempo de estabilidade e a viabilidade econômica. Vale ressaltar que a continuidade da aplicação do Phoslock® em 2017 está condicionada a superação de resistências, já apresentadas quando da obtenção da licença ambiental, tanto do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA quanto do Ministério Público.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAHIA. Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento – Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara, 2016. Relatório Parcial. Geohidro – Revisão 01, fevereiro de 2016. 397 p.
2. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Resolução Conama Nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
3. BRASIL. Ministério da Saúde – Portaria Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília. Diário Oficial da União de 14 de dezembro de 2011.
4. EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S. A. 2014. PARECER TÉCNICO Nº 25/2014 – TMAP, 10p.
5. EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S. A. 2016. Planilha MAPT1 – Consumo de Produtos Químicos nas ETAs Vieira de Mello e Teodoro Sampaio durante os anos 2015 e 2016 – Planilha Excel – MAPT1.
6. EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S. A. 2017. Planilha MPP – Consumo de Produtos Químicos nas ETAs Vieira de Mello e Teodoro Sampaio durante os meses de janeiro a abril de 2017 – Planilha Excel – MPP.

7. EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S. A. 2017. UNIMASTER - Relatório de Cianobactéria, Teor de Clorofila-a, Fósforo Total e Ortofosfato do Manancial Joanes I. Período: 01/11/2015 a 12/05/2017.
8. FINKLER FERREIRA, T. & MOTTA MARQUES, D.M.L., 2009. Aplicação de Phoslock® para remoção de fósforo e controle de cianobactérias tóxicas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 14, 73-82.
9. FINKLER FERREIRA, T., 2015. Proposta Técnica - Redução da Eutrofização e Controle de Cianobactérias no Reservatório Joanes I com o remediador ambiental PHOSLOCK®. HYDROSCIENCE CONSULTORIA AMBIENTAL, 55p.
10. FINKLER FERREIRA, T., 2016. Relatório Técnico – Caracterização do Reservatório da Barragem Joanes I previamente ao tratamento com o remediador trófico Phoslock®. HYDROSCIENCE CONSULTORIA AMBIENTAL, 89p.
11. FINKLER FERREIRA, T., 2016. Relatório Técnico – Resultados da 2ª Etapa de Aplicação do Remediador Trófico Phoslock® para Tratamento da Barragem Joanes I. HYDROSCIENCE CONSULTORIA AMBIENTAL, 32p.
12. FINKLER FERREIRA, T., 2017. Recuperação da Qualidade da Água e Controle de Cianobactérias na Barragem Joanes I com o Remediador Trófico Phoslock® - Justificativa Técnica – Resultados da 3ª Etapa de Aplicação, 15p.
13. FINKLER FERREIRA, T., 2017. Relatório Técnico – Monitoramento do Reservatório Joanes I ao longo do Tratamento com o remediador trófico Phoslock® em 2016, 45p.
14. INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2015. PORTARIA INEMA 10.818/15 - Concessão de Autorização Ambiental a EMBASA – EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO em atendimento ao Processo no 2015.001.002603/INEMA/LIC-02603.
15. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, 2017. http://www.inmet.gov.br/sim/gera_graficos.php
16. TUNDISI, José Galizia. Limnologia / José Galizia Tundisi, Takako Matsumura Tundisi. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.