

Análise da concentração de alumínio residual no Rio Gramame proveniente dos efluentes da ETA-Gramame, João Pessoa-PB

Alonso Freire de Almeida Neto¹
Ítalo Matheus de Araújo Macena²
Josiane Silva de Oliveira³

¹ Faculdade Internacional da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: alonso.freire@outlook.com.br

² Faculdade Internacional da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: italo.macena@hotmail.com

³ Professor. Faculdade Internacional da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: josiane.oliveira@fpb.edu.br

RESUMO

As estações de tratamento de água além de tratar a água bruta são grandes geradoras de resíduos, os chamados Resíduos de Estações de Tratamento de Água, gerados nos processos de decantação e filtração. Tais resíduos possuem alto teor de alumínio oriundo da adição de sulfato de alumínio na etapa de tratamento. Tendo em vista isso, o presente trabalho analisou o teor de alumínio nos resíduos gerados pela Estação de Tratamento de Água – Gramame que são despejadas no rio Gramame. Com isso, foram coletadas oito amostras, sendo quatro, referente ao momento da descarga do decantador e quatro referentes à água da lavagem dos filtros, para o momento da descarga do decantador foram coletadas uma amostra do lançamento e três amostras a montante, jusante e zona de mistura do rio Gramame. Para o momento da água de lavagem dos filtros foi coletada uma amostra no lançamento e três amostras a montante, jusante e zona de mistura do rio Gramame. Todas as amostras foram analisadas pelo espectrofotômetro Hach DR – 2400. Os seguintes resultados mostraram um teor elevado para os momentos de descarga do decantador e para a água da lavagem dos filtros.

Palavras-chave: Filtro, decantador, contaminação.

1 INTRODUÇÃO

A água bruta apresenta inúmeras impurezas, sendo várias delas inócuas e outras prejudiciais à saúde humana, tais como substâncias tóxicas, bactérias e vírus. (FIGUEIREDO, 2004). Entretanto, as estações de tratamento de água (ETAs) tem a função de transformar esta água bruta, normalmente inadequada para o consumo humano, em água potável, através dos processos de coagulação, floculação, decantação e filtração (TSUTIYA e HIRATA, 2001). Com isso, as estações de tratamento de água têm o seu funcionamento semelhante a uma indústria, onde uma determinada matéria prima é trabalhada, através de diversos processos, resultando em um produto final que é a água tratada (ACHON, BARROSO e CORDEIRO, 2008).

Com uma alta demanda na busca por uma água potável de qualidade, relacionada a uma piora na qualidade da água bruta, o tratamento da água bruta exige uma maior concentração de produtos químicos aplicados no seu tratamento (PORTELLA et. al, 2003). E os principais coagulantes usados são: sulfato de alumínio, policloreto de alumínio, sulfato férrico, sulfato ferroso clorado e cloreto férrico (TEIXEIRA et al., 2006).

Segundo Oliveira, Barros e Junior (2014), com o passar dos anos, a principal preocupação que envolve o tratamento da água, passou a ser com a utilização desses mesmos componentes químicos.

Como consequência desse aumento de uso de coagulantes químicos, há um significativo aumento nos resíduos provenientes das Estações de Tratamento de Água (PORTELLA et. al, 2003).

Achon, Barroso e Cordeiro (2013), relatam que durante os processos de tratamento, são gerados resíduos com as mais diferenciadas características. A geração e a destinação final destes resíduos devem ser analisadas como um problema nas estações de tratamento de água (TSUTIYA e HIRATA, 2008; ACHON, BARROSSO e CORDEIRO, 2013).

Pela NBR 10.004 estes lodos residuais devem ser classificados como resíduos sólidos, portanto devem ser tratados e dispostos conforme exigência dos órgãos reguladores. (PORTELLA et. Al., 2003). No entanto, a forma de disposição deste resíduo não tem a merecida atenção por parte das Companhias de Águas e Esgotos, por falta de conhecimento mais aprofundado sobre suas características e ações negativas que podem provocar no meio ambiente e em cursos de água onde é disposto (MENESES et. al., 2005).

Ainda Oliveira e Holanda (2008) enfatizam ainda que no Brasil, o destino dos resíduos das ETAs tem sido ao longo dos anos, os corpos hídricos mais próximos.

A legislação brasileira articula que o efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor.

Porém os metais, e em especial o alumínio, exerce papel de destaque face aos seus potenciais e ações tóxicas (Barroso e Cordeiro, 2001). Pois se apresentando

em grande escala afeta as comunidades bióticas e abióticas do ecossistema onde é despejado.

Assim a Resolução CONAMA nº 357/2005, estabelece que o limite máximo de alumínio dissolvido em corpos receptores em águas de classes I, II é de 0,1 mg/l, e para classe III é de 0,2 mg/l (BRASIL, 2005; OLIVEIRA, BARROS e JUNIOR, 2014).

O alumínio é um elemento químico de símbolo Al e número atômico 13 com massa atômica 26,98154 g.mol⁻¹. Ele é terceiro elemento mais abundante na crosta da Terra, acredita-se para ser contido em um percentual de 7,5% para 8,1%.

E que segundo Alcalde (2001) está entre os produtos químicos relacionados a transtornos mentais após a exposição iônicas.

Barroso e Cordeiro (2001) afirmam que a química e toxicidade desse metal são de grande importância na compreensão dos efeitos causados pelas descargas de resíduos de ETAs.

Atualmente, os sais de ferro ou alumínio, e o mais amplamente utilizado é o Policloreto Básico de Alumínio- PAC são os coagulantes químicos mais empregados no tratamento de água (GUEDES et al., 2004).

E existem outras preocupações no Brasil, pois a principal fonte de alumínio na água de consumo humano é proveniente do uso de sulfato de alumínio como coagulante químico no tratamento da água (OLIVEIRA, BARROSO e JUNIOR, 2014).

Os resíduos primeiramente são formados nos decantadores das estações de tratamento de água como resultado dos processos de coagulação e floculação e juntamente com a água de lavagem dos filtros (TEIXEIRA, MELO e SILVA, 2005; GUIMARÃES e PÁDUA, 2005). Sendo, os resíduos dos decantadores os que possuem as maiores concentrações de alumínio, quando o sulfato de alumínio é empregado como coagulante primário (PROSAB, 1999).

Contudo, esses resíduos apresentam grande potencial de poluição e contaminação devido à adição dos coagulantes químicos, durante o seu processo de tratamento (SCALIZE e DI BERNARDO, 2010). E com isso os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo alterações ao longo do tempo em função, principalmente, da ação antropogênica, que tem levado à degradação da qualidade ambiental (FERNANDES et al., 2010). Tendo as suas propriedades físicas e químicas significativamente alteradas com o impacto dos componentes químicos no corpo hídrico (COSTA et al., 2008).

Com isso, Garcia, Gioda e Nascimento (1997) salienta também que o uso do sulfato de alumínio como coagulante em estações de tratamento de água representa uma fonte adicional de contaminação, uma vez que traços de alumínio existentes na água bruta não são totalmente eliminados pelos processos convencionais de tratamento. Várias outras fontes de contaminação por metais podem ser consideradas, como a corrosão química ou microbiológica do próprio sistema, a origem da água que entra na estação de tratamento e os coagulantes químicos que são

utilizados nos processos (FREITAS, BRILHANTE e ALMEIDA, 2001).

Sabendo que o uso do sulfato de alumínio como coagulante químico, não altera só as águas de abastecimento, também os resíduos que são despejados possuem uma elevada concentração de alumínio. É o que relata Rosilano (2011) afirmando que a presença do alumínio é abundante no meio ambiente, estando presente no solo, ar e água, podendo ter origens naturais ou antrópicas. A presença de metais na natureza faz parte do ciclo natural do meio ambiente.

Porém, no corpo receptor, só a presença natural do fluxo de sedimentação do alumínio é capaz de alterar o ciclo do fósforo (KOPÁČEK, MARESOVA e HEJZLAR, 2007).

E em níveis altos de alumínio pode contribuir para redução na vegetação presente na barranca dos rios, contribuindo assim para aumentar a degradação ambiental via erosão das margens, visto que o alumínio mesmo em baixas concentrações pode afetar o sistema radicular, inibindo o crescimento e bloqueando os mecanismos de absorção e transporte de água e nutrientes (ROSSIELLO E NETTO, 2008).

Pois, esses resíduos têm uma habilidade para ligarem-se fortemente os fosfatos imobilizando-o. Afetando assim, o ciclo do fósforo, essencial nutriente da vegetação aquática, de plâncton e de outros organismos (KAGGWA et al. 2001).

Grassie et. al. (2013) também destacam que a toxicidade do alumínio causa um impacto negativo na capacidade cognitiva dos peixes. Segundo Oliveira e Martinez (2011) há também uma relação direta entre o aumento dos metais no sedimento e o acúmulo destes nas brânquias dos peixes. Alguns organismos com membranas desprotegidas, tais como algas, peixes e anfíbios são particularmente sensíveis ao alumínio (IMRAY et. al., 1998).

Os organismos aquáticos absorvem e integram metais direta ou indiretamente através da cadeia alimentar. O acúmulo de tais metais em vários órgãos dos organismos marinhos leva a doenças de longo prazo devido à sua toxicidade, colocando em risco assim, a biota aquática e outros organismos na cadeia alimentar (OLIVEIRA, SOUZA e BORTOCAN, 2014).

Existem inúmeras situações que momentaneamente, causam impactos ambientais mais ou menos acentuados, de qualquer forma, os corpos receptores são significativamente poluídos e contaminados além de apresentarem aspectos visuais deploráveis (DI BERNARDO, DANTAS e VOLTAN, 2012). Contudo, o lançamento dos resíduos gerados em estações de tratamento de água, em corpos d'água, pode ser considerado crime ambiental, de acordo com a Lei 9.605/1998, devido aos efeitos diretos causados ao ambiente aquático no corpo receptor e danos à sua fauna aquática (ACHON, BARROSO e CORDEIRO, 2008).

Contudo, com um gerenciamento adequado, os impactos ambientais podem ser minimizados, e os resíduos podem ser utilizados na confecção de tijolos refratários, pavimentação de estradas, aplicação no solo

agrícola, fabricação de cimento, uso na recuperação de áreas degradadas e recirculação para auxiliar a floculação (SOUZA e SCALIZE, 2010).

Diante desse contexto o objetivo geral da pesquisa visa analisar a concentração de alumínio encontrado no rio Gramame oriundo do lançamento dos efluentes provenientes da descarga dos decantadores e da lavagem dos filtros da estação de tratamento de água de Gramame - João Pessoa e comparar com a legislação vigente, proporcionando assim um maior conhecimento por parte dos responsáveis para que se tomem as devidas providências de mitigação deste problema.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Água - ETA/Gramame, a maior do Estado da Paraíba e responsável pelo abastecimento dos municípios de Cabedelo, João Pessoa e do bairro de Várzea Nova em Santa Rita. A referida ETA tem capacidade para tratar até 2.100 l s⁻¹ de água, proveniente de dois sistemas de abastecimento o do reservatório Gramame/Mamuaba (formado pela barragem dos Rios Gramame e Mamuaba) e da adutora translitorânea advinda do rio Abiaí-Popocas. A ETA/Gramame é dividida em duas, a estação de tratamento velha e a estação de tratamento nova, sendo elas do tipo convencional de ciclo completo, composta ao todo por mistura rápida em calha Parshall, oito câmaras de floculação mecanizadas, oito decantadores de alta taxa e dezesseis filtros rápidos de taxa declinante. Utiliza-se, atualmente, no processo de tratamento o sulfato de alumínio como coagulante químico, o hidróxido de sódio comumente chamado de soda cáustica como alcalinizante e o cloro gasoso como desinfetante.

2.2 Localização da área de Estudo

A Estação de Tratamento de Água foi fundada em 1987, está localizada no município do Conde, no bairro de Gramame as margens da BR 101, como mostra a Fig. 1. O município encontra-se no litoral Sul paraibano, na região metropolitana de João Pessoa, ao qual faz divisa com os municípios de João Pessoa, Alhandra, Pitimbu, Santa Rita e também com o oceano Atlântico. A Estação está inserida na bacia hidrográfica do Rio Gramame encontra-se na latitude 7°13'38.2"S, longitude 34°55'12.9"W e altitude de 160 m.

2.3 Coletas de amostras

Foram realizadas oito coletas ao total, sendo duas na própria estação de tratamento para os efluentes da água de lavagem dos filtros e descarga dos decantadores, e seis no rio Gramame, considerando uma seção transversal de 100 m, a partir do modelo proposto por Rau e Wooten em 1980 que se admite uma determinada distância. As seis análises foram coletadas da seguinte

forma, três coletas no rio Gramame durante a descarga do decantador, sendo, cinquenta metros a montante, cinquenta metros a jusante e na zona de mistura, as outras três coletas foram coletadas da mesma forma, cinquenta metros a montante, cinquenta metros a jusante e na zona de mistura durante o lançamento da água de lavagem dos filtros, totalizando as seis coletas restantes. Foi utilizado garrafas de polietileno de 200 ml para a armazenagem, a uma profundidade de 0,3 metros.

Figura 1 – Estação de Tratamento Gramame, Conde-PB.



Fonte: Google Earth, 2015.

As oito amostras coletadas foram levadas para o laboratório da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA, na unidade Marés. As análises foram feitas utilizando a metodologia Standard Methods. E foram analisadas por um espectrofotômetro da Hach, modelo DR - 2400, contendo duas faixas de leitura, utiliza uma faixa de leitura de 0,008 - 0,8 mg/L.

Figura 2 - Espectrofotômetro da Hach, modelo DR - 2400



Fonte: Autores, 2015.

2.4 Análises laboratoriais

2.4.1 Parâmetro analisado

- Alumínio (Al)

Primeiro fez-se necessário lavar a vidraria (proveta e cubetas) com ácido clorídrico 1:1, com isso, devido à faixa de leitura ter seu limite, foi necessário diluir a amostra em água destilada, colocando 5 ml da amostra e 45 ml de água destilada, completando um total de 50 ml em uma proveta, para em seguida proceder com a leitura da amostra e obter o resultado, caso seja acima do limite do espectrofotômetro, que é de 0,8 mg/l, após isto, o seu resultado final foi multiplicado por 10. Logo após completar os 50 ml na proveta, abriu-se o 1º kit para análise do alumínio, adicionando-se o sachê de ácido ascórbico na amostra contida na proveta, logo foi necessário tampar e inverter a proveta durante 30 segundos, para uma completa dissolução do reagente. Logo após, abriu-se o 2º kit e adicionou na proveta o sachê nº 2 que contém o segundo reagente chamado de AluVer 3, durante 1 minuto, fez-se o mesmo procedimento, tampando e invertendo por 1 minuto a amostra contida na proveta. Após a dissolução dos dois sachês, colocou-se 25 ml da solução da proveta em uma cubeta chamando-o de amostra, então foi aberto o 3º kit e adicionou o terceiro reagente, chamado de Bleaching 3, na proveta que continha os 25 ml remanescentes, com propósito de anular o teor de alumínio, agitando durante 30 segundos e chamando está cubeta de branco. Após esperar 15 minutos colocou a cubeta (branco) no espectrofotômetro e zerou a sua medição, para servir como base de leitura em seguida foi realizada as leituras das amostras e anotação dos resultados.

2.5 Equação da mistura

Após realizar as coletas e obter os resultados das análises, os valores foram distribuídos na equação da mistura, que é responsável por determinar a concentração resultante de poluentes nos corpos hídricos, definida por Rau e Wooten em 1980 da forma mostrada na Eq. 1:

$$Cal = (Ce \times Qe + Cr \times Qr / Qe + Qr) \quad (1)$$

Onde:

Cal – Concentração Resultante de Alumínio
 Ce – Concentração do Efluente
 Cr – Concentração do Rio
 Qe – Vazão do Efluente
 Qr – Vazão do Rio

As vazões do rio serão consideradas em dois momentos, o primeiro momento é no período chuvoso, e o segundo momento é no período seco. Assim obteve-se o valor teórico da descarga dos decantadores e da água de lavagem dos filtros nos dois momentos para o período chuvoso e seco.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Processos operacionais

A descarga dos decantadores ocorre quando o registro é fechado para que não haja passagem da água floculada, em seguida, abre-se a comporta de descarga, onde o efluente desce pelos 16 poços que se encontram no fundo de cada decantador, então após isso o efluente da descarga do decantador segue através de uma tubulação até o desague no rio Gramame, é realizada uma lavagem diária em um dos decantadores. Abaixo se encontra a fig. 3 que ilustra o decantador.

Figura 3 – Decantador da estação de tratamento de Gramame.



Fonte: Autores, 2015.

A lavagem dos filtros segue o Procedimento Operacional Padrão - POP, onde é injetado ar comprimido no fundo do filtro fazendo com que todo resíduo que assentou no fundo do filtro volte a emergir, em seguida, a água do filtro transborda durante 10 minutos em uma galeria central, está água é o efluente da lavagem dos filtros que segue direto para o rio Gramame através da mesma tubulação que escoou a descarga do decantador. São realizadas nove lavagens diárias de filtros. Abaixo a fig. 4 mostra o momento da lavagem do filtro:

Figura 4 – Momento da lavagem do filtro.



Fonte: Autores, 2015.

3.2 Análises do teor de alumínio

Os resultados expressos referem-se às análises do teor de alumínio dos dois tipos de efluentes gerados pela ETA/Gramame, sendo as análises divididas em dois momentos, o primeiro momento referente à descarga do decantador e o segundo momento referente à lavagem dos filtros.

3.2.1 Descargas dos decantadores

O resultado quanto ao teor de alumínio referente à descarga do decantador foi de 2,97 mg/l, levando em consideração a Resolução CONAMA 357/2005, não há limites para descarga de efluentes contendo alumínio residual em sua composição, contudo, a mesma legislação diz que o teor de alumínio dissolvido, ou seja, em um corpo hídrico de classe 2, como é o caso do rio Gramame no trecho do lançamento desses efluentes, a concentração de alumínio deverá ser de 0,1 mg/l. Por isso fez-se necessário analisar as condições do rio Gramame, considerando o modelo proposto por Rau e Wooten em 1980.

Antes do lançamento do efluente, a montante do Rio Gramame, a cerca de cinquenta metros, os valores do teor de alumínio dissolvido estavam em 0,075 mg/l, abaixo do que foi estabelecido pela legislação, contudo, a Associação Europeia de Alumínio (2012), considera que o alumínio está presente de forma livre na natureza. Logo, como o resultado foi abaixo do que foi estabelecido por lei, que é de 0,100 mg/l, e devido ao fato de que antes do lançamento da ETA/Gramame não existe qualquer outro lançamento de efluente. Para os valores. Pode-se considerar que está é a presença natural do alumínio na natureza.

Na zona de mistura o valor obtido subiu para 4,12 mg/l, comparando os valores do lançamento da descarga do decantador com o valor da zona de mistura, observa-se que o resultado se elevou devido ao fato de que o local recebe constantemente lançamentos da própria estação de tratamento, com isso o alto teor de alumínio encontrado deve-se ao fato de que o alumínio depositar-se no leito do rio Gramame.

Já para o resultado obtido a jusante do Rio Gramame, numa distância de cinquenta metros o valor encontra-se acima de 8,000 mg/l, considerado muito além do permitido pela legislação vigente, comparando com os resultados anteriores, devido à baixa vazão do rio, após, à zona de mistura, a concentração de alumínio aumenta consideravelmente. Contudo entende-se que devido a esta baixa vazão, o alumínio também está se sedimentando na região a jusante do rio. Com isso, o resultado encontra-se muito acima do que está permitida pela Resolução CONAMA 357/2005.

A legislação brasileira estabelece que o enquadramento dos corpos hídricos deva estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade (BRASIL, 2005).

Os valores referentes à descarga dos decantadores estão representados na tab. 1.

Tabela 1 – Resultados referentes ao momento da descarga dos decantadores.

Efluente Analisado	Resultados (mg/l)
Lançamento do decantador	2,970
Montante (Rio Gramame)	0,075
Zona de Mistura (Rio Gramame)	4,120
Jusante (Rio Gramame)	> 8,000

Fonte: Autores, 2015.

3.2.2 Lavagens dos filtros

Os resultados obtidos referentes ao momento da lavagem dos filtros foi o seguinte. Para o efluente descarregado no Rio Gramame, proveniente da lavagem dos filtros, o teor de alumínio residual foi de 5,800 mg/l. Para os valores referentes ao momento da lavagem dos filtros a montante em uma distância de cinquenta metros, o valor obtido foi de 0,020 mg/l, estando este valor bem a baixo do que determina a legislação. Ressaltando que não há outra fonte de lançamento de alumínio residual antes do ponto de descarga da estação de tratamento e que o alumínio constatado deve-se a presença natural deste metal na natureza.

Já para o resultado na zona de mistura do rio Gramame o valor obtido foi de 2,360 mg/l, tal resultado encontra-se bem acima do valor permitido pela Resolução CONAMA 357/2005, porém, todo corpo hídrico tem uma capacidade de se recuperar naturalmente, tal característica conhecida como autodepuração, onde um curso d'água pode promover a estabilização de uma determinada carga poluidora, sendo assim faz-se necessário saber o teor de alumínio presente na jusante.

Por último, o valor obtido a jusante do Rio Gramame à aproximadamente cinquenta metros do ponto de lançamento, foi de 5,680 mg/l, considerando o valor estabelecido por lei de 0,100 mg/l para corpos hídricos de classe 2, então entende-se que o seguinte resultado encontra-se acima do limite estabelecido pela legislação em questão, quando se trata da quantidade de alumínio que pode estar dissolvida no rio Gramame. A tab. 2 mostra os resultados analisados, quanto à lavagem dos filtros.

Tabela 2 – Resultados referentes ao momento da lavagem dos filtros.

Efluente Analisado	Resultados (mg/l)
Lançamento dos filtros	5,800
Montante (Rio Gramame)	0,020
Zona de Mistura (Rio Gramame)	2,360
Jusante (Rio Gramame)	5,680

Fonte: Autores, 2015.

Com a apresentação desses resultados, pode-se observar que os valores referentes ao momento descarga do decantador tiveram os maiores valores de concentração de alumínio no rio Gramame comparados ao efluente da lavagem dos filtros. Pois, a água do decantador possui um dos maiores teores de sulfato de alumínio utilizado durante o tratamento da água, já que os flocos formados pelo sulfato de alumínio se sedimentam no decantador. Porém, nas amostras de lançamento, a água da lavagem do filtro apresentou um valor superior à descarga do decantador, pelo fato de que a coleta foi realizada na hora em que todo material que se encontrava no fundo do filtro já sedimentado, se elevou, com a aplicação do ar comprimido.

Visto que, os resultados a jusante tanto para o momento da lavagem dos filtros quanto para o momento da descarga dos decantadores estiveram mais altos que os resultados da zona de mistura, devem-se ao fato de que a vazão do rio Gramame no local das coletas das amostras estava bem reduzida, aumentando assim a concentração do alumínio no corpo hídrico.

Como afirma Barroso e Cordeiro (2011), as descargas de resíduos em corpos d'água estacionários ou de baixa velocidade, podem desenvolver condições anaeróbias e promover a ressolubilização de metais presentes no solo e nos resíduos.

Sabendo também que os metais tóxicos possuem uma característica de se sedimentar, os quais sempre estão presentes em alguns trechos do corpo hídrico (DI BERNARDO, DANTAS E VOLTAN, 2012).

Logo o lançamento do efluente referente à lavagem dos filtros e a descarga dos decantadores da ETA/Gramame infringi os valores estabelecidos por lei, no que diz respeito ao teor do alumínio dissolvido em corpos hídricos de classe dois.

Também, sabendo-se do mal causado pela contaminação por alumínio para os néctons, como também o retardo do crescimento das plantas, é pressuposto que pelo alto teor deste metal encontrado nas análises, o efluente despejado pela estação de tratamento está agredindo as comunidades faunísticas e florísticas da região.

3.3 Vazões do rio Gramame nos períodos chuvoso e seco

A região do rio Gramame onde ocorre o lançamento do efluente possui 2,0048 m³/s de vazão para o período chuvoso e 0,4436 m³/s de vazão no período seco, que vai de março a agosto e de setembro a fevereiro, respectivamente. Como apresentado na Tab. 3

Tabela 3 – Vazão do rio Gramame em dois períodos.

Vazão (m ³ /s)	Período	Mês
2,0048	Chuvoso	Março a Agosto
0,4436	Seco	Setembro a Fevereiro

Fonte: CAGEPA, 2015.

3.4 Concentração resultante

Aplicando a fórmula da equação da mistura, para os momentos da descarga do decantador e da lavagem dos filtros para os períodos de cheia e de seca do rio Gramame, tem-se.

3.4.1 Concentração de alumínio da descarga do decantador para períodos chuvoso e seco

O valor da concentração resultante foi obtido através da média ponderada entre as vazões e teores de alumínio, conforme a eq. 1. A concentração resultante da descarga do decantador foi de 0,51 mg/l para o período chuvoso e de 1,37 mg/l para o período seco.

3.4.2 Concentração de alumínio da água de lavagem dos filtros para períodos chuvoso e seco

A concentração da resultante para o momento da lavagem dos filtros no período chuvoso e seco foi calculada a partir da eq. 1. Para o período chuvoso a concentração resultante foi de 0,29 mg/l e para o período seco foi de 0,73 mg/l. A tab. 4 demonstra os valores encontrados para a concentração resultante do alumínio.

Tabela 4 – Resultados da concentração resultante nos dois períodos.

Efluente analisado	Chuvoso	Seco
Lançamento do decantador	0,51	1,37
Lançamento do filtro	0,29	0,73

Fonte: Autores, 2015.

Sendo assim, é notório que em tempos de estiagem a concentração de alumínio no rio torna-se maior devido a sua baixa vazão. O que coopera para uma maior deposição.

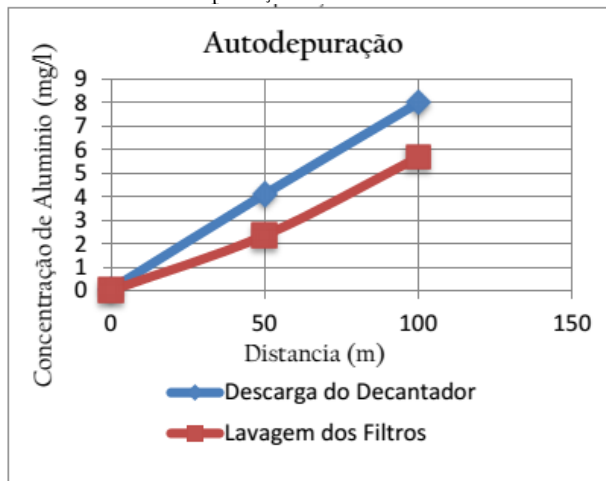
3.5 Autodepuração

O gráfico 1 mostra a autodepuração do rio Gramame referente à concentração de alumínio, considerando a secção transversal de cem metros.

O gráfico demonstra a dispersão causada pelos dois efluentes lançados pela estação de tratamento de água de Gramame. O ponto zero demonstra o local a montante, o ponto cinquenta representa o local da zona de mistura, e o ponto cem representa o local à jusante.

Como observado ele mostra um crescimento ascendente da concentração de alumínio durante o rio Gramame, isto se deve ao fato da capacidade de deposição do alumínio, assim como todo metal. Segundo Oliveira e Marins (2011), a deposição e o acúmulo dos metais faz com que ocorra uma fixação do elemento resultando em concentrações elevadas.

Gráfico 1 – Autodepuração do rio Gramam



Fonte: Autores, 2015.

Com isso é possível pressupor que há uma sedimentação do material no decorrer do rio, observando a capacidade de deposição do alumínio, alinhada à baixa vazão do rio em períodos secos e as altas cargas despejadas diariamente proveniente das lavagens dos filtros e descargas do decantador.

4 CONCLUSÕES

1. Sabendo-se que naquele ponto o Rio Gramame tem classificação II, os valores apresentados evidenciam uma concentração de alumínio muito acima do permitido pela legislação referente ao enquadramento do corpo hídrico;
2. Com base nos resultados apresentados é notório que os lançamentos de efluentes resultantes das lavagens dos filtros e descargas decantadores estão poluindo e contaminando o rio Gramame com um alto teor de alumínio;
3. Neste panorama, faz-se necessário uma pesquisa aprofundada sobre os efeitos causados pela contaminação do alumínio na flora daquela região;
4. Também que sejam realizados estudos a fim realizar análises ecotoxicológicas nas espécies que ali se encontram a fim de determinar o grau de toxicidade que elas estão submetidas.

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Leito de drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. Rio de Janeiro, vol.13, n. 1, mar. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v13n1/a08v13n1.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2015.

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. Rio de Janeiro, vol.18, n. 2, jun. 2013. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n2/a03v18n2.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2015.

ALCADE, M. S. G. Alteraciones neurológicas y psiquiátricas secundarias a la exposición al aluminio. Madrid, n. 24, jun. 2001. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/pdf/cmfn24/original2.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2015.

BRASIL. Lei CONAMA nº 357/2005: 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. DOU: Publicado em 18 de 03 de 2005.

BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Metais e sólidos: aspectos legais dos resíduos de estações de tratamento de água. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, João Pessoa. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-064.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.

COSTA C. R. et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação, São Paulo, vol.31, n. 7, 2008. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol31No7_1820_37-RV07485.pdf. Acesso em: 9 set. 2015.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. D.; VOLTAN, P. E. N. Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. Revisora Ruth de Gouveia Duarte. 1. ed. São Carlos: LDiBe, 2012.

DI BERNARDO, L.; SCALIZE, P. S. Estudo da disposição de resíduos gerados em estação de tratamento de água em decantador primário de estação de tratamento de esgoto. In: X SIBESA - SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2010, Maceió. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/204258635_Estudo_da_disposio_de_resduos_gerados_em_estao_de_tratamento_de_gua_em_decantador_primrio_de_estao_de_tratamento_de_esgoto. Acesso em: 14 ago. 2015.

FERNANDES, N. M. G. et al. Influência do pH de coagulação e da dose de sulfato de alumínio na remoção de oocistos de *Cryptosporidium* por filtração direta descendente, Rio Janeiro, vol.15, n. 4, dec. 2010.

EUROPEAN ALUMINIUM ASSOCIATION. O alumínio no meio ambiente. Brussels: Ed. da ABAL, 2011.

FIGUEIRÉDO, Gesivaldo Jesus Alves de. Avaliação da presença de alumínio na água do sistema de abastecimento público da cidade de João Pessoa e grande João Pessoa no estado da Paraíba e os possíveis riscos para a saúde da população. 2004. 118 f. Dissertação (Pós- Graduação em Desenvolvimento)

Meio Ambiente - PRODEMA) Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2004.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio, Rio de Janeiro, vol.17, n 3, jun. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/csp/v17n3/4647.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2015.

GARCIA, S. C.; GIODA, A.; NASCIMENTO, D. B. O problema da contaminação na determinação de traços de alumínio, São Paulo, vol.20, n.4, ago. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v20n4/4966.pdf>. Acesso em: 4 set. 2015.

GRASSIEI, C. et al. Coagulação/floculação de suspensões ricas em óxidos de ferro por sulfato de alumínio, São Paulo, vol.27, n. 5, 2004. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol27No5_715_06-AR03238.pdf. Acesso em: 2 set. 2015.

GUIMARÃES, N. C.; PÁDUA, V. L. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/I-022.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2015.

IMRAY, F. P. et al. Aluminium. Brisbane: Editora do National Environmental Health Forum, 1998.

KAGGWA, R.C. et al. (2001). The impact of alum discharges on a natural tropical wetland in Uganda. *Water Research*, v.35, n. 03, p. 795-807. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135400003018>. Acesso em: 10 nov. 2015.

KOPACEK, J.; MARESOVA, M.; HEJZLAR, J. Natural inactivation of phosphorus by aluminum in preindustrial lake sediments, Madison, vol.52, n. 3, 2007. Disponível em: http://qyoiukn.aslo.net/lo/toc/vol_52/issue_3/1147.pdf. Acesso em: 2 set. 2015.

MENESES, A. C. L. M. et al. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/I-120.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2015.

OLIVEIRA, E. M. S.; HOLANDA, J. N. F. Influência da adição de resíduo (lodo) de estação de tratamento de águas nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha. São Paulo, vol.54, n. 330, jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v54n330/a0654330.pdf>. Acesso em: 3 set. 2015.

OLIVEIRA, L. F.; MARTINEZ, C. B. R. Uso da biota no monitoramento da qualidade de ecossistemas aquáticos contaminados por metais. In: II CONGRESSO

BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2011, Londrina, Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/VI-011.pdf>. Acesso em: 2 set. 2015.

OLIVEIRA, L. R.; BARROS, M. A.; JÚNIOR, M. R. F. Processo contínuo de adsorção de alumínio em coluna de carvão ativado. In: X ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO. 2014, Guarujá. Disponível em: http://www2.unifesp.br/home_diadema/eba2014/br/resumos/R0012-2.PDF. Acesso em: 7 set. 2015.

OLIVEIRA, R. C. B.; MARINS, R. V. Dinâmica de Metais-Traço em Solo e Ambiente Sedimentar Estuarino como um Fator Determinante no Aporte desses Contaminantes para o Ambiente Aquático: Revisão. *Virtual Química*. Ceara, 2011, vol. 3, n. 2, p. 88-102. Disponível em: <http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/171/174>. Acesso em: 7 nov. 2015.

PORTELLA, K.F.; ANDREOLI, C.V.; HOPPEN, C.; SALES, A. BARON, O. Caracterização físico-química do lodo centrifugado da estação de tratamento de água Passaúna – Curitiba – Pr. 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL. Joinville, 2003. Disponível em: http://www.sanepar.com.br/Sanepar/Gecip/Congressos_Seminarios/Lodo_de_agua/Caracterizacao_do_lodo_de ETA.pdf. Acesso em: 13 nov. 2015.

PROSAB. Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Rio de Janeiro: Ed. Da ABES, 1999.

ROSALINO, Melanie Roselyne Rodrigues. Potenciais Efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano. 2011. 85 f. Dissertação (Licenciatura em Ciências de Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011.

ROSSIELLO, R. O. P.; JACOB NETTO, J. Toxidez de alumínio em plantas: novos enfoques para um velho problema. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição mineral de plantas*. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008.

S. O.; STEFANSSON, et al.. Aluminum exposure impacts brain plasticity and behavior in Atlantic salmon (*Salmo Salar*), vol.216, n. 16, 2013. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23661775>. Acesso em: 4 set. 2015.

SOUZA, L.; SCALIZE, P. S. Utilização de resíduo de decantador de ETA como auxiliar de floculação. In: 14º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010, Porto. Disponível em: http://www.researchgate.net/profile/Paulo_Scalize/publication/204258862_Utilizacao_de_residuo_de_decantador

de_ETA_como_auxiliar_de_floculao/links/Od88826e60b4ccd787af34c5.pdf. Acesso em: 17 ago. 2015.

TEIXEIRA, S. T.; MELO, W. J.; SILVA, E. T. Aplicação de lodo da estação de tratamento de água em solo degradado. Brasília, vol.40, n. 1, jan. 2005. Disponível em:
<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/6926/3974>. Acesso em: 29 set. 2015.

TEIXEIRA, S. R. et. al. Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural. São Paulo, 2006. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/ce/v52n323/32092>> .Acesso em: 13 nov. 2015.

TSUTIYA, M. T.; HIRATA, A. Y. Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do estado de São Paulo. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, João Pessoa. Disponível em:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-025.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2015.