

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

COMPARATIVO DOS TRATAMENTOS DE ÁGUA DO RIO DOCE APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA SAMARCO

Letícia Cristina Gonçalves Franco(1); Arthur França de Carvalho(2); Herik Patrik de Freitas Souza(3); Karolina Quintela Corrêa(4); Olivia Damásio Agostini (5); Hernani Citro Santana(6)

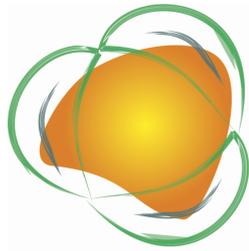
(1)Graduando em engenharia Civil e Ambiental Universidade Vale do Rio Doce, Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares/MG; (2)Graduando em engenharia Civil e Ambiental Universidade Vale do Rio Doce; (3) Graduando em engenharia Civil e Ambiental Universidade Vale do Rio Doce; (4) Graduando em engenharia Civil e Ambiental Universidade Vale do Rio Doce; (5) Graduado em química industrial Universidade Vale do Rio Doce; Graduando em engenharia Civil e Ambiental Universidade Vale do Rio Doce;(6) Professor; FAENG; Universidade Vale do Rio Doce; Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares/MG - Fone: 55+ (33) 3279-5919; hernani.santana@univale.br;

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

RESUMO- Os estragos provocados pelo rompimento da barragem de rejeitos em Mariana nos levam a vários questionamentos e somos provocados a buscar melhor compreender se os prejuízos causados se resumem somente aos dias em que as cidades abastecidas pelo Rio Doce ficaram sem água ou se ainda hoje sofrem com os danos causados por essa tragédia em relação ao tratamento de água. Este trabalho vem nos ajudar a compreender o processo de adaptação neste período inicial da passagem dos rejeitos até os dias atuais. Uma vez reconhecendo a importância do uso adequado de produtos de tratamento de água em situações adversas e as condições das águas coletadas a partir do Rio Doce, os procedimentos e técnicas de tratamento de água foram abordados através dos novos padrões de tratamento de água presentes. Por exemplo, considerando-se apenas a troca do coagulante principal, ou seja, desconsiderando-se todos os outros padrões de tratamento de água, em paralelo com o cenário anterior à ruptura da barragem de resíduos, pode-se perceber que até mesmo águas que apresentam alta turbidez podem ser tratadas para consumo humano. Fica evidente a eficácia do produto utilizado por ambas as cidades, que apresentaram resultados semelhantes ao material antes usado (sulfato de alumínio), mesmo em estados de alta turbidez.

Palavras-chave: Rejeitos. Turbidez. Coagulante. Adaptação.

ABSTRACT - The damage caused by the rupture of Mariana in tailings dam lead us to many questions and we are challenged to seek better understand whether the damage caused boil down only to the days when the cities supplied by Rio Doce were without water or still suffer with damage caused by this tragedy in relation to water treatment. This work is helping us understand the process of adaptation in this initial period of the passage of waste to the present day. Once acknowledging the



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

importance of proper water treatment product usage on adverse situations and the conditions of the waters collected from the Rio Doce River, the water treatment procedures and techniques had been approached to the new present water treatment standards. For example, if one considers just the exchange of the main coagulant, disregarding all of the other water treatment Standards, in parallel with the scenario prior to the waste dam rupture, one can perceive even waters which present high turbidity can be treated for human consumption. It is evident the effectiveness of the product used by both cities, which showed results similar to the material used before (aluminum sulfate), even in high turbidity conditions.

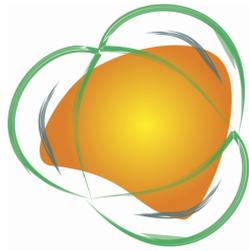
Keywords: Waste. Turbidity. Coagulant. Adaptation.

Introdução

O rompimento da barragem em Mariana no dia 5 de novembro de 2015 deixou muitas marcas que podem ser percebidas até os dias atuais. Cerca de 34 milhões de metros cúbicos de rejeitos foram derramados no Rio Doce nesta tragédia (IBAMA,2016). Segundo a NBR 13028 (2006), rejeito é “todo e qualquer material não aproveitável economicamente, gerado durante o processo de beneficiamento de minérios”. Este material, que segundo a própria empresa (Samarco) é formado em geral de minério de ferro, areia e água, é classificado como material não tóxico e, após análises segundo as regras da ABNT, NBR 10.004/2004, foi classificado através dos testes implicados nesta norma como sendo de classe 2 (não perigoso), ou seja, não tóxico, corrosivo, reativo, patogênico e nem inflamável. Essa condição diminuiu consideravelmente os prejuízos para o tratamento da água captada do Rio Doce, já que a qualidade de fornecimento está associada à água coletada (BATTALHA,1977), porém não anulou as grandes consequências e transtornos para a população e o meio ambiente.

Governador Valadares ficou, durante 6 dias, sem abastecimento nenhum de água devido à elevada turbidez da água que chegou a níveis altíssimos neste período. O abastecimento só foi retomado após trabalho em conjunto entre técnicos da empresa responsável pela barragem, técnicos municipais, do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), do Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental (Sanear) e empresas fornecedoras de produtos para tratamento de água, que fizeram vários testes e análises afim de definir uma forma de tratamento que deveria ser aplicada à situação com eficácia. O produto que apresentou melhores resultados para que a água estivesse dentro dos padrões de potabilidade determinado pela Portaria nº2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, foi o Tanfloc SG, material obtido a partir da casca de acácia negra.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar os tratamentos de água do Rio Doce após sua contaminação com rejeitos de mineração, utilizando os dados apresentados pelas Companhias de Tratamento de Água de Governador Valadares, MG e Colatina, ES.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Material e Métodos

Os dados foram coletados através de aplicação de questionário e entrevistas realizadas com os responsáveis pelos tratamentos de água, bem como pesquisa *in loco* no Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Governador Valadares, Minas Gerais, e no Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento (Sanear) de Colatina, Espírito Santo. Em seguida, as respostas dos entrevistados e os materiais analisados foram organizados para formulação de um paralelo entre os tratamentos do SAAE e Sanear. Durante as pesquisas foram realizadas consultas aos materiais relacionados ao tema disponibilizados pelas empresas. Através desse paralelo foi possível obter uma melhor avaliação e esclarecimento do sistema de tratamento atual empregado por ambos os municípios, levando-se em consideração que os dois captam água do Rio Doce.

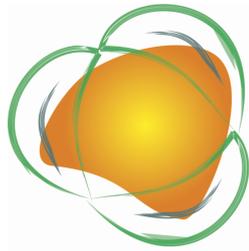
Resultados e Discussão

De acordo com o Sanear, foram feitas algumas mudanças em seu sistema utilizado no tratamento da água. Além da mudança de coagulante, o Tanfloc passou a ser usado no lugar do sulfato de alumínio e a dosagem do carvão ativado, responsável pela retirada do odor da água e cor devido às substâncias nela dissolvidas (LIBÂNIO,2008), foi aumentada. Também estão sendo realizadas as lavagens da ETA com maior frequência, tanto nos decantadores como nos filtros devido à elevada turbidez da água (LEME,1990).

Essas mudanças geraram custos adicionais, principalmente em se tratando do aumento na quantidade de água usada para lavagens, pois atualmente são realizadas com maior frequência. O novo coagulante, Tanfloc, também apresenta valor superior ao utilizado anteriormente. Além disso, podemos citar o custo relacionado à retirada de lama dos decantadores. Até o presente momento, a mineradora Samarco está custeando o uso do Tanfloc e a limpeza dos decantadores e por esse motivo ainda não geraram custos extras à Companhia de Tratamento de Água de Colatina e à população.

Neste novo processo, pode-se notar que o tratamento atual realizado pela Sanear é mais eficaz e de melhor qualidade que o utilizado anteriormente, pois tem maior capacidade de remoção de metais pesados, trata a água de alta turbidez com menor dosagem de produto coagulante (SILVA,1999), alcançando níveis de qualidade para consumo semelhantes aos anteriores e requeridos pela legislação vigente.

Durante o período de adaptação, testes e análises foram realizados contemplando todos os parâmetros da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, durante todos os dias, para comprovação da qualidade da água. Este novo processo trouxe segurança ao tratamento da água coletada de alta turbidez, mas apresentou dificuldades iniciais devido à inexperiência dos operadores com o produto. A quantidade de produto utilizado para o tratamento da água varia de acordo com o grau de turbidez. Embora os valores obtidos para cor, pH, turbidez e sólidos totais na água tratada variem com o tratamento, estão sempre de acordo com a portaria 2914/2011, segundo o Sanear.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

De acordo com o SAAE de Governador Valadares, após a chegada dos rejeitos ao curso do Rio Doce, do qual a água é captada pelo SAAE, fez-se a tentativa do tratamento da água através do método já utilizado, com o sulfato de alumínio, mas essa tentativa foi malsucedida devido ao alto nível de turbidez da água coletado no Rio Doce. Diversos fornecedores de coagulantes foram aos laboratórios do SAAE e realizaram testes com seus respectivos produtos. Foi feita a opção pelo produto que apresentou melhor resultado durante as análises, o Tanfloc SG, que já era utilizado pela Samarco em processos de coagulação. No início da implantação houve alguns problemas, o Tanfloc estava reagindo com o cloro, formando gás no ambiente e a turbidez não baixava. Para resolver o problema, se fez necessário a troca do ponto de aplicação do cloro.

Devido à alta turbidez da água do Rio Doce, que antes do incidente o grau não passava de 100 NTU e após chegou a atingir níveis acima de 100.000 NTU (IBAMA, 2016) o que impossibilitou o uso do sulfato de alumínio. Mesmo com a troca de produto continuou-se obtendo a qualidade da água a níveis semelhantes aos anteriores.

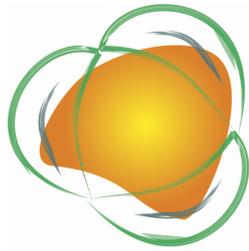
Destaca-se que desde o dia 01/04/2016, o SAAE retornou ao método antigo de tratamento de água, utilizando o sulfato de alumínio. Segundo os responsáveis pelo laboratório do SAAE, já é possível tratar a água coletada com este produto novamente. Esta retomada já poderia ter sido feita antes, porém geraria elevado custo devido ao maior uso de coagulante sulfato de alumínio.

Muito se falou na presença de metais pesados na água, porém, segundo informações passadas durante as entrevistas pela Companhia de Tratamento de Água, os metais pesados encontrados na água eram metais que já estavam presentes antes do rompimento da barragem e que, após contaminação do Rio Doce por rejeitos, os metais apresentavam valores semelhantes aos obtidos em 2010 (CPRM, 2015).

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e a Agência Nacional de Águas (ANA) fez coletas de amostras de água durante os dias em que o fornecimento ficou interrompido para verificar o índice de metais e analisar se a mesma poderia ser tratada para o consumo. Os resultados indicaram que a água poderia sim ser tratada. O que havia de mais crítico em termos de metais eram flocos de ferro e de manganês (CPRM, 2015), que muitas pessoas leigas no assunto confundem e costumam chamar de metais pesados, mas na realidade não o são.

Esses metais são considerados essenciais, pois possuem papel nos processos metabólicos dos seres vivos, outros já são desnecessários e prejudiciais a vida (VALLS; LORENZO, 2002). Entretanto, vale ressaltar que, apesar de serem essenciais, em níveis elevados podem ser prejudiciais à saúde. Estes metais (ferro e manganês) podem ser encontrados em todo tipo de água natural, pois são extremamente abundantes na crosta terrestre. Portanto, é inevitável o contato da água com esses metais em seus mananciais.

Segundo resultados apresentados pelo Grupo Independente para Avaliação do Impacto Ambiental (GIAIA), em 2015, após realizarem coletas em diversos



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

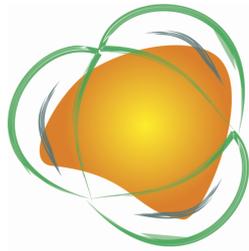
pontos do rio, foi concluído através dos resultados que há metais (manganês e arsênio) acima dos níveis permitidos pela Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Já o CPRM confirma que há contaminação, porém, afirma que o limite está dentro do permitido pela resolução. No entanto ambos concordam que essa contaminação por metais não foi acarretada pelos rejeitos da barragem que se rompeu, pois até mesmo em trechos que não foram atingidos pelo rejeito, a contaminação pelos mesmos metais está presente.

Ainda segundo o diretor do laboratório do SAAE, testes são realizados todos os dias e laudos são enviados para o Ministério Público Federal (MPF), CPRM, Ministério da Saúde de Minas Gerais, Ministério da Saúde Federal e ANA. Análises particulares completas, segundo a portaria 2914/2011, são feitas mensalmente e enviadas para os órgãos competentes. Atualmente a água mantém sua qualidade de potabilidade, porém há um acompanhamento mais rigoroso devido à variação de turbidez que pode ocorrer, já que ainda há lama nas margens dos rios. Análises são realizadas para verificação do estado da água coletada a cada duas horas. A turbidez de entrada antes do desastre ambiental era proveniente de terra e nos períodos de seca, atingiu níveis abaixo de 100NTU. A turbidez de entrada atualmente (abril/2016) é causada pelas partículas coloidais dissolvidas (ferro, manganês e alumínio) e está na faixa de 1000NTU, com tendência a abaixar. Segundo o responsável pelo tratamento de água do SAAE-GV, essas partículas dificultam o tratamento, mas mesmo assim já é possível tratar a água com o sulfato de alumínio.

Dentre todas as mudanças no tratamento de água, destaca-se o de coagulação que foi alterado devido ao aumento da turbidez da água. O coagulante usado (Tanfloc SG) foi escolhido, pois atendia da melhor forma as necessidades momentâneas. A empresa fabricante do produto é a Tanac, que fornece o produto inclusive para outros países e atua no tratamento de água para abastecimento ou água utilizada na indústria que precisam ser tratadas antes de ser devolvida aos afluentes. Este produto é obtido a partir da casca de acácia negra, de onde é retirado o tanino, e a partir da qual são elaborados os produtos coagulantes/floculantes da linha Tanfloc. Esta linha de produtos possui sete diferentes coagulantes, cujo uso depende dos parâmetros físico-químicos e e composição da água.

Como já foi abordado anteriormente, o coagulante utilizado no caso do Rio Doce após a tragédia foi o TANFLOC SG, que não altera o pH da água tratada pois não consome alcalinidade do meio e tem efeito em uma faixa de pH entre 4,5 - 8,0, de acordo com a Tanac. Tal produto atua sobre as partículas coloidais suspensas na água neutralizando suas cargas, criando pontes entre essas partículas e formando os flocos. Depois esses flocos formados passarão por um processo de decantação para que possam descer por densidade ao fundo do tanque de decantação (Martinez, 1996).

Este coagulante pode ser usado sozinho ou em conjunto com outros coagulantes, como sulfato de alumínio ou cloreto férrico. No caso da COMUSA - Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo - RS, segundo a engenheira



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

química responsável, o tanino (Tanfloc SG) já foi utilizado como principal coagulante/floculante. Atualmente, devido ao alto custo do produto ele é usado como auxiliar do cloreto férrico.

Conclusões

Levando-se em conta todo o processo de pesquisa, observa-se a importância do desenvolvimento de diversos tipos de coagulantes e o estudo das características da água coletada, para que se tenha a partir do laudo emitido sobre as condições da água, qual será o processo mais adequado a ser utilizado e com o menor custo. Pode-se perceber que mesmo águas que apresentem alta turbidez podem ser tratadas e utilizadas para consumo humano, desde que utilizado tratamento adequado. Fica evidente a eficácia do produto utilizado por ambas as cidades, que apresentaram resultados semelhantes ao material antes usado (sulfato de alumínio), mesmo em estados de alta turbidez.

É de extrema importância o estudo de novas substâncias e produtos para o tratamento de água, assim como o estudo das características da água e das substâncias nela dissolvidas, que irão influenciar na escolha do produto a ser utilizado no processo de tratamento da água.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-10.004- Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro ABNT, 2004. Samarco, Abastecimento. Disponível em: <<http://www.samarco.com/abastecimento/>>. Acesso em: 11/04/2016.

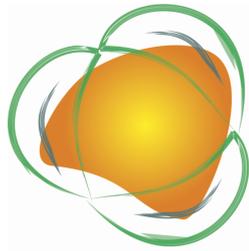
ALLEONI, L.R.F. Coeficientes de distribuição de metais pesados em solos de São Paulo. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/FE4582B1/LuisAlleoni_ESALQ.pdf>. Acesso em: 13/04/2016

BATTALHA, B. H. L. Controle de qualidade da água para consumo humano. CETESB, São Paulo. v.1, p. 53-54 e 101-130, 1977.

Carla Legner, O uso de carvão no processo de tratamento de água Tratamento de água. Disponível em: < <http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=4922>>. Acesso em: 13/04/2016.

GIAIA, Tratamento de água. Disponível em: <http://giaia.eco.br/wp-content/uploads/2015/12/Resultados-11_12-Agua-GIAIA.pdf>. Acesso em: 13/04/2016.

CPRM, MONITORAMENTO ESPECIAL DA BACIA DO RIO DOCE. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/RT_02_2015_MONIT_ESP_BACIA_RIO_DOCE_v4_5.pdf>. Acesso em: 13/04/2016.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

IBAMA, Laudo Técnico Preliminar. Disponível em:
<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias/_ambientais/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf>. Acesso em: 15/02/2016.

IBAMA, Nota Técnica. Disponível em:
<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/nota_tecnica_001-2016.pdf>. Acesso em: 15/02/2016.

IBAMA, Nota Técnica. Disponível em:
<<http://www.ibama.gov.br/publicadas/onda-de-rejeitos-da-samarco-atingiu-663-km-de-rios-e-devastou-1469-hectares-de-terras>>. Acesso em: 15/02/2016/.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. v.2, p.117-347,2008.

MARTINEZ, F. L. Taninos vegetais e suas aplicações. Universidade de Havana, Cuba, 1996.

LEME, F. P. Teoria e técnicas de tratamento de água. v.2, p.230-30 e 382-406,1990.

PORTARIA Nº 2914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011 MINISTÉRIO DA SAÚDE, Produtos Químicos para Tratamento de Água. Disponível em:
<<http://www.snatural.com.br/Produtos-Quimicos-tratamento-agua.html>>. Acesso em: 13/04/2016.

SILVA, S. S. T. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública – Fundação Oswaldo Cruz, São Paulo, 1999.

TANAC, Tratamento de água. Disponível em:
<<http://www.tanac.com.br/pt-br/produtos/aguas>>. Acesso em: 13/02/2016.

TREVISAN, T.S. Coagulante Tanfloc SG como alternativa ao uso de coagulantes químicos no tratamento de água na ETA Cafezal. Disponível em:
<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2610/1/LD_COEAM_2013_2_23.pdf>. Acesso em: 11/02/2016.

VALE, Rejeito. Disponível em:
<<http://www.vale.com/samarco/PT/rejeitos-lama-toxica-samarco/Paginas/Home.aspx?gclid=CI7s0Ym4hcwCFRNahgod1f4BNg>>. Acesso em: 14/04/2016.

VALLS, M. ;LORENZO, V. Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for remediation of heavy metal pollution. FEMS Microbiology Reviews, v. 26, p. 327-338, 2002.