

USO DE ESCÓRIA DE ACIARIA LD DA ARCELORMITTAL AÇOS PLANOS AMÉRICA DO SUL NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS*

Diego Corrêa Magalhães¹
Fernanda Passaman²
João Bosco Reis da Silva³

Resumo

Com o objetivo de encontrar uma solução inovadora e de baixo custo para o tratamento de efluentes domésticos, foi desenvolvido e implementado na ArcelorMittal Tubarão um sistema de tratamento utilizando escória de aciaria LD. O sistema, que se compreende de um Tanque de Recebimento; Tanque de Sedimentação; Filtro de Escória; e Redutor de pH foi objeto de estudo e teve sua eficiência medida em relação a sete fatores: Demanda Química de Oxigênio, Demanda Biológica de Oxigênio, E. Coli, Fósforo Total, Fósforo Dissolvido, pH, e Sólidos Suspensos Totais. De maneira geral, o sistema mostra-se eficiente, com destaque para as excelentes taxas remoção de E. Coli, Fósforo Total e Fósforo Dissolvido. O controle do parâmetro pH através de um método de baixo custo ainda representa um fator a ser superado, que quando consolidado permitirá uma nova aplicação para o material no tratamento de efluentes domésticos e rurais.

Palavras-chave: Escória de aciaria; Fósforo; Efluente doméstico.

APPLICATION OF BOF SLAG FROM ARCELORMITTAL FLAT CARBON SOUTH AMERICA IN SEWAGE TREATMENT

Abstract

Aiming to find a low-cost and cutting edge solution for sewage treatment, it was developed and implemented in ArcelorMittal Tubarao a Treatment System using BOF slag. The system, which is made up with a Receiving Tank; Sedimentation Tank; Slag Filter ; and pH Reducer was object of study and had its efficiency measure in relation to seven parameters: chemical oxygen demand, biological oxygen demand, E. Coli, Total Phosphorus, Dissolved Phosphorus, pH and Total Suspended Solids. Overall, the system is efficient, particularly the excellent removal rates of E. coli, Total Phosphorus and Dissolved Phosphorus. The control of pH values using a low cost method still represents an issue to be overcome, and when consolidated it will allow a new application for the material in the treatment of domestic and rural effluents.

Keywords: BOF Slag; Phosphorus; Sewage.

¹ Engenheiro Ambiental, Mestre em Relações Públicas, Especialista de Meio Ambiente, ArcelorMittal Tubarão, Serra, Espírito Santo, Brasil.

² Bióloga, Mestre em Biologia Marinha, Especialista de Meio Ambiente, ArcelorMittal Tubarão, Serra, Espírito Santo, Brasil.

³ Engenheiro Mecânico, MBA Gestão Negócios, Gerente de Meio Ambiente, ArcelorMittal Tubarão, Serra, Espírito Santo, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A ArcelorMittal Tubarão é uma unidade de produção integrada de aços planos localizada na Região Metropolitana da Grande Vitória, no Espírito Santo. Sua localização é estratégica por permitir acesso a um complexo logístico, que inclui infraestrutura portuária, ferroviária e rodoviária, favorecendo a disponibilidade de insumos e matérias-primas, assim como o transporte de produtos para os mercados interno e externo. A proximidade com o centro urbano também trás desafios, como é o caso da infiltração de esgoto não tratado de algumas comunidades vizinhas ao seu entorno para o interior da empresa, fato esse que promoveu um processo acelerado de eutrofização de duas lagoas devido a elevada taxa de nutrientes, em especial o fósforo.

Com o intuito de propor uma solução inovadora para o tratamento do esgoto, deu-se início em 2012 o projeto de pesquisa utilizando-se escória de aciaria como meio filtrante no tratamento de efluentes domésticos. Neste projeto, a ArcelorMittal Tubarão estabeleceu uma parceria com a empresa PhosphoReduc, por já possuir experiência em pesquisas com uso de escórias do processo siderúrgico para tratamento de efluentes domésticos [1]. Muito embora os estudos da PhosphoReduc apontem para o potencial uso da escória para este fim, não existem filtros operando em escala real com o uso de tal tecnologia.

A primeira campanha do projeto foi realizada entre Maio de 2013 e Outubro de 2013, cujos resultados são discutidos neste trabalho. São abordados ainda discussão dos desafios encontrados na primeira campanha, e os próximos passos do projeto de pesquisa.

O uso de escória de aciaria para tratamento de águas residuárias já foi objeto de produção científica, fruto da parceria entre a ArcelorMittal Tubarão e a Universidade Federal do Espírito Santo. Nos anos de 2007 e 2008, avaliou-se a escória de aciaria LD como leito fixo construído de áreas úmidas no pós-tratamento de efluentes de reator UASB. Os resultados deste estudo indicaram que a escória possui capacidade de tratamento superior à brita no que refere à remoção de fósforo e E.Coli, e capacidade inferior no que se refere ao controle de pH. Para os demais parâmetros como carga orgânica e nitrogênio, a escória apresenta eficiência similar à brita. O estudo ressaltou ainda a ausência de metais pesados que poderiam indicar uma contaminação metálica de aço decorrente da escória do leito [2].

Vale salientar que a alta eficiência em remoção de fósforo se apresenta como um dos grandes benefícios do uso de escória de aciaria no tratamento de águas residuárias. O fósforo, ao lado do nitrogênio, é o principal nutriente inorgânico do qual dependem os produtores primários de um ecossistema aquático. Desta forma, a descarga destes nutrientes (como no caso de efluentes não tratados) pode levar a transformação de ambientes oligotróficos em eutróficos, desencadeando no aumento da biomassa e depleção de oxigênio dissolvido no ecossistema [3].

É importante salientar ainda que não apenas o efluente doméstico representa uma fonte de poluentes orgânicos e nutrientes quando não tratado. Diversas atividades em zonas rurais geram efluentes com tais características, como é o caso da piscicultura, suinocultura, bovinocultura, avicultura e agricultura dentre outros. Embora o foco do trabalho aqui apresentado seja a aplicação no tratamento de efluentes domésticos, a escória de aciaria também apresenta potencial para o tratamento de diferentes tipos de efluentes como os acima citados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de Filtro de Escória utilizado no projeto consiste de quatro compartimentos: Tanque de Recebimento; Tanque de Sedimentação; Filtro de Escória; e Redutor de pH.

A escória LD utilizada no experimento é gerada no convertedor no processo de transformação do ferro-gusa em aço. Após gerada e resfriada, ela passa por beneficiamento visando separação de metálicos (que viram sucata e retornam para o processo produtivo) e separação granulométrica da fração não metálica. Desse beneficiamento, são separados escória com granulometrias de 0 a 19mm, 19 a 32mm e 32 a 75mm. A granulometria utilizada foi a de 19 a 32mm. Suas principais características são o estado sólido, coloração cinza, indora, e insolubilidade em água. Predominam em sua constituição química os óxidos de cálcio, magnésio e ferro, com concentrações estimadas de 40% de CaO, 7% de MgO, 30% de FeO e 10% de SiO₂. Por possuir grande concentração de óxidos básicos, a escória LD possui capacidade elevar o pH do meio onde se encontra.

Os compartimentos ficam dispostos em série, na ordem apresentada. O efluente a ser tratado entra pelo Tanque de Recebimento, seguindo para o Tanque de Sedimentação, onde ocorre a remoção de sólidos grosseiros. A seguir, o efluente passa pelo Filtro de Escória propriamente dito, onde ocorre a remoção de matéria orgânica, nutrientes e material microbiológico. Por último, o efluente passa pelo Redutor de pH, compartimento esse que objetiva regular esse parâmetro na fase final de tratamento. Para o compartimento de redutor de pH foi utilizado, sob recomendação técnica da PhosphoReduc, camadas de cascas de pinus e musgo sphagnum seco, materiais com características redutoras.

O uso do material descrito acima teve como objetivo manter o baixo custo/benefício para a neutralização do parâmetro pH. Neste sentido, estabeleceu-se como premissa a não utilização de produtos químicos de característica redutora ou utilização de injeção de CO₂.

Os compartimentos foram construídos utilizando-se um sistema pré-moldado de concreto, sendo dispostos em cavas abertas no solo. Os compartimentos foram conectados por tubulações em PVC, com pontos de amostragem entre cada um dos compartimentos. Embora a replicação do sistema possa ser feito com a utilização de outros materiais, faz-se salientar que o mesmo não deve dificultar a manutenção do sistema, como no caso de reparos que se façam necessários e troca de recheio.

A figura abaixo (Figura 1) representa a sequência dos compartimentos do sistema de tratamento.

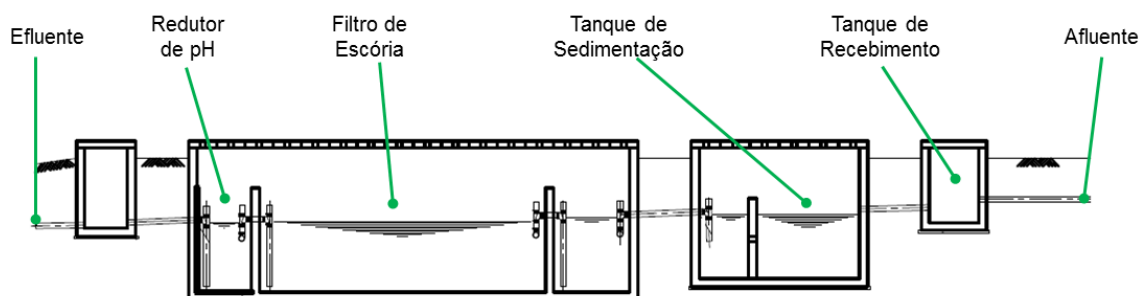


Figura 1. Layout do Sistema de Tratamento.

Foram construídos dois sistemas idênticos, com funcionamento em paralelo, com objetivo somente de replicação da metodologia aplicada.

Considerando-se os enchimentos de cada um dos compartimentos, o volume útil de cada sistema foi calculado em aproximadamente 10m^3 , o que para as vazões de projeto, resultariam em um tempo de detenção hidráulica de 24h.

Visando verificar a eficiência do sistema de tratamento, foram coletadas amostras na entrada do sistema, denominado como afluente, e na saída do sistema de tratamento, denominada como efluente.

As amostras foram coletadas semanalmente e as seguintes análises foram realizadas: Demanda Química de Oxigênio, Demanda Biológica de Oxigênio, E. Coli, Fósforo Total, Fósforo Dissolvido, pH, Sólidos Suspensos Totais e Vazão. As amostras assim que coletadas eram levadas ao Laboratório de Ensaio de Meio Ambiente da ArcelorMittal Tubarão (LEMA), onde os ensaios foram realizados. Como os ensaios foram realizados logo após a coleta, não se fez necessário a preservação das amostras.

As coletas e as análises foram realizadas pelo Laboratório de Ensaio de Meio Ambiente da ArcelorMittal Tubarão (LEMA), seguindo os procedimentos estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, pelo qual o LEMA é acreditado [4].

Os resultados das análises do afluente foram comparados com os do efluente, a fim de se obter a eficiência do sistema de tratamento e compreender o funcionamento e as limitações do mesmo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos abaixo (Figura 2 a 15) apresentam os resultados para cada um dos parâmetros analisados durante o experimento. Cada série do gráfico apresenta um dia de medição no qual foram coletadas amostras na entrada e a saída do sistema de tratamento. Para cada um dos sete parâmetros, são apresentados os resultados do Filtro 1 e Filtro 2, totalizando os sete gráficos apresentados.

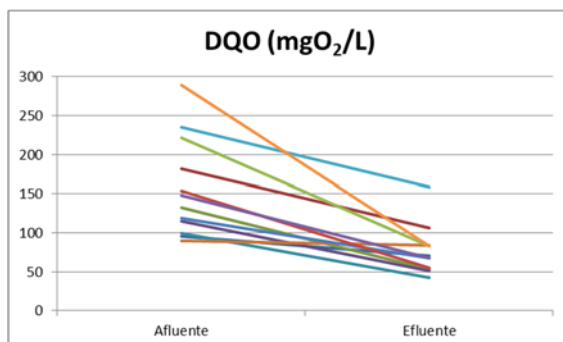


Figura 2. Resultados de DQO no afluente e efluente no Filtro 1.

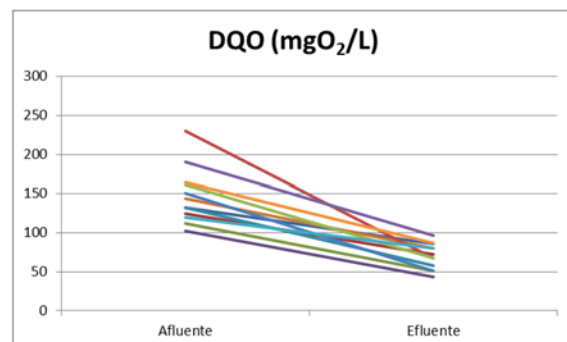


Figura 3. Resultados de DQO no afluente e efluente no Filtro 2.

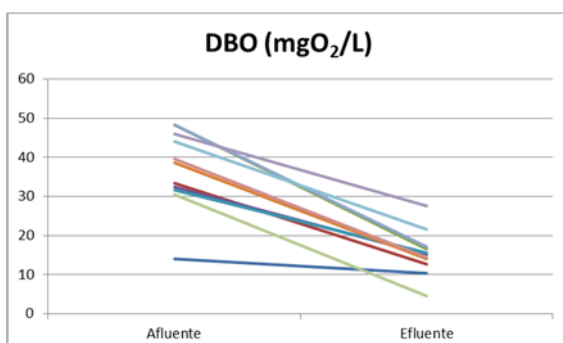


Figura 4. Resultados de DBO no afluente e efluente no Filtro 1.

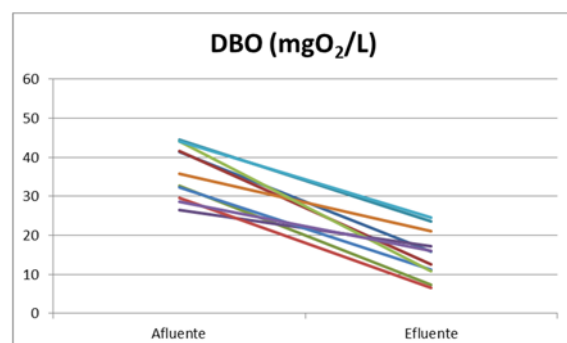


Figura 5. Resultados de DBO no afluente e efluente no Filtro 2.

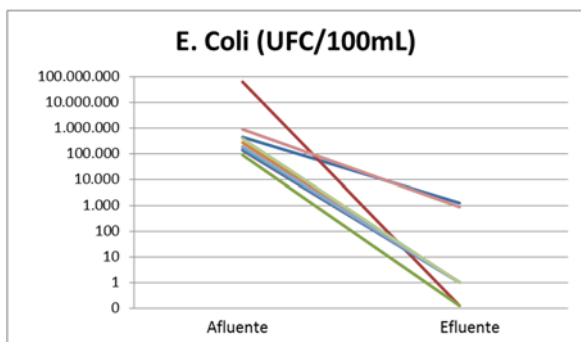


Figura 6. Resultados de E. Coli no afluente e efluente no Filtro 1.
(UFC = unidade formadora de colônia)

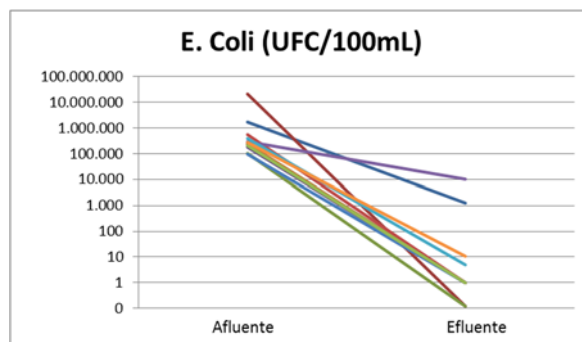


Figura 7. Resultados de E. Coli no afluente e efluente no Filtro 2.
(UFC = unidade formadora de colônia)

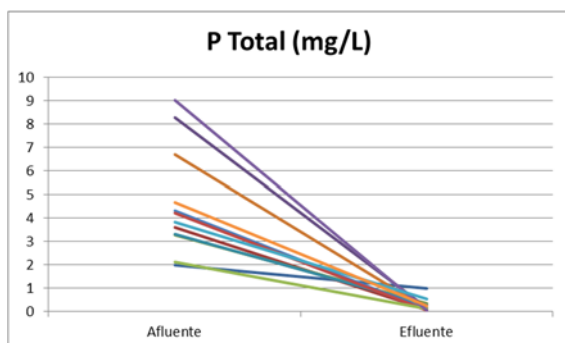


Figura 8. Resultados de Fósforo Total no afluente e efluente no Filtro 1.

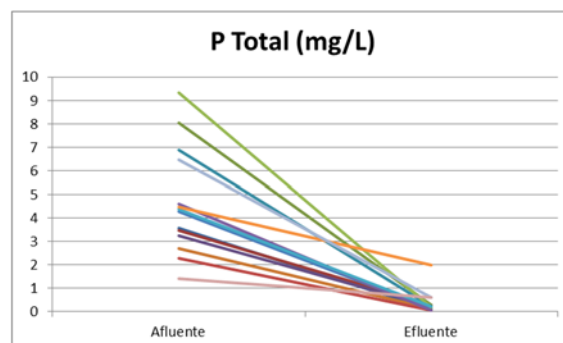


Figura 9. Resultados de Fósforo Total no afluente e efluente no Filtro 2.

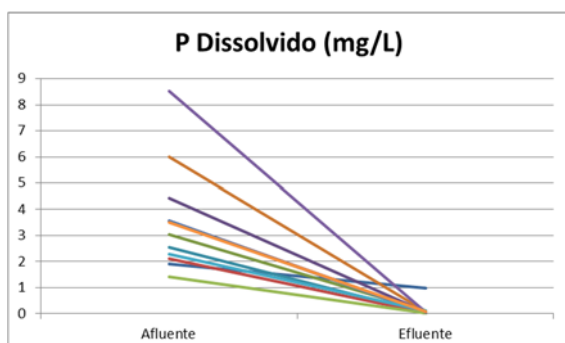


Figura 10. Resultados de Fósforo Dissolvido no afluente e efluente no Filtro 1.

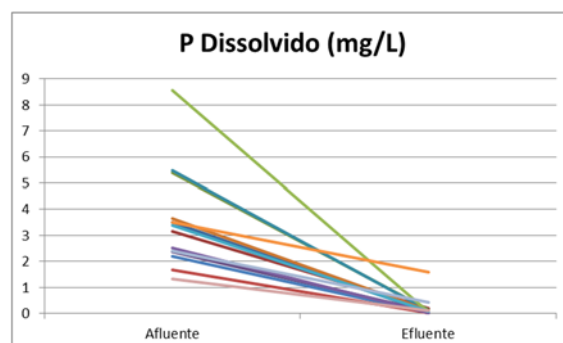


Figura 11. Resultados de Fósforo Dissolvido no afluente e efluente no Filtro 2.

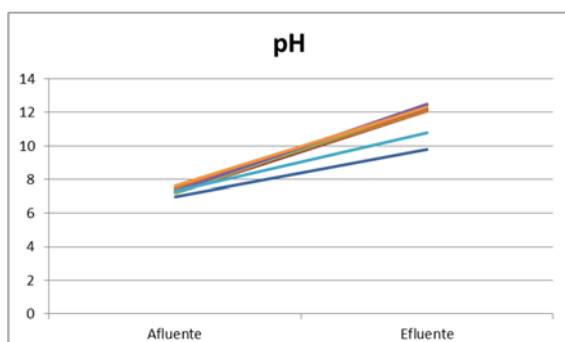


Figura 12. Resultados de pH no afluente e efluente no Filtro 1.

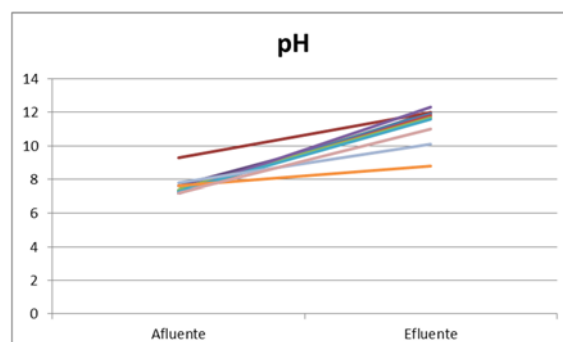


Figura 13. Resultados de pH no afluente e efluente no Filtro 2.

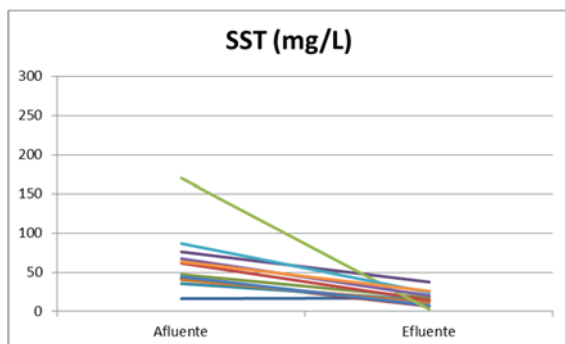


Figura 14. Resultados de Sólidos Suspensos Totais no afluente e efluente no Filtro 1.

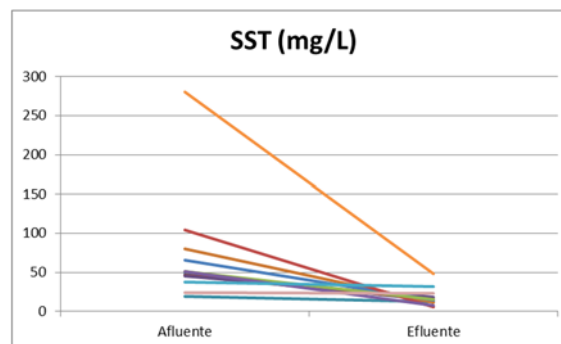


Figura 15. Resultados de Sólidos Suspensos Totais no afluente e efluente no Filtro 2.

Nota-se que para os parâmetros de DQO, DBO e Sólidos Suspensos Totais há um decréscimo nos resultados das análises, quando comparado o afluente com o efluente, identificando eficácia na remoção de tais parâmetros. Para os resultados de E. Coli, Fósforo Total e Fósforo Dissolvido, esta redução ocorre de maneira ainda mais significativa, demonstrando além da eficácia, a eficiência do tratamento. Para os resultados de pH, o sistema de tratamento resultou em aumento nos resultados do mesmo, quando comparado o afluente com o efluente. Os mecanismos pelos quais tais remoções ocorrem não foi objeto do estudo, e serão pesquisados no decorrer do projeto que se encontra em andamento.

A eficiência de remoção de DQO, DBO, E. Coli, Fósforo Total, Fósforo Dissolvido e Sólidos Suspensos Totais é demonstrada na tabela (Tabela 1) abaixo, onde foram consideradas as médias dos resultados das amostras do afluente e do efluente. Tais médias são apresentadas nas tabelas subsequentes, uma para o Filtro 1 (Tabela 2) e outra para o Filtro 2 (Tabela 3).

Tabela 1. Eficiência de Tratamento dos Filtros de Escória

	DQO	DBO	E. Coli	P Total	P Dissolvido	SST
Filtro 1	53,2%	59,4%	99,997%	95,0%	96,9%	75,4%
Filtro 2	62,1%	58,6%	99,950%	90,5%	92,7%	83,6%

Tabela 2. Valores Médios das análises no Filtro de Escória 1

	DQO (mgO ₂ /L)	DBO (mgO ₂ /L)	E. Coli (UFC/100mL)	P Total (mg/L)	P Dissolvido (mg/L)	SST (mg/L)
Afluente	157,6	36,8	5.912.549,1	4,4	3,4	62,0
Efluente	73,8	14,9	154,2	0,2	0,1	15,3

Tabela 3. Valores Médios das análises no Filtro de Escória 2

	DQO (mgO ₂ /L)	DBO (mgO ₂ /L)	E. Coli (UFC/100mL)	P Total (mg/L)	P Dissolvido (mg/L)	SST (mg/L)
Afluente	198,8	44,1	1.784.625,1	4,3	3,2	110,7
Efluente	75,3	18,3	884,3	0,4	0,2	18,2

Os índices de remoção contidos na Tabela 1 corroboram os dados gráficos contidos nas Figuras 2 a 15: o sistema é capaz de remover DBO, DQO, Sólidos Suspensos Totais, E. Coli, Fósforo Total e Fósforo Dissolvido, sendo a eficiência de remoção para os três últimos parâmetros significativamente maior do que para os demais. Nota-se também na Tabela 1 uma pequena diferença na eficiência de remoção de

DQO e SST, que pode ser entendida levando-se em consideração as variações da qualidade dos afluentes.

Comparando-se as Tabelas 2 e 3, verifica-se que os valores sofrem algumas variações entre um Filtro de Escória e outro, especialmente quando se observa os parâmetros DQO, E.Coli e SST. Estas variações podem ser explicadas a partir da natureza do afluente, que é oriundo de um corpo hídrico externo contaminado com esgoto e sujeito às variações do ambiente e do descarte de esgoto. Poderiam também explicar as variações, o fato das amostras serem coletadas de forma simples e não contínua. Nota-se também que os dados de E.Coli apresentam significativa variação entre um sistema e outro, o que poderia ser explicado, além das razões já expostas, pela natureza exponencial do crescimento microbiano.

Os resultados de pH são apresentados na tabela abaixo (Tabela 4), uma vez que o sistema apresentou capacidade de elevar o mesmo

Tabela 4. Valores Médios de pH nos Filtros de Escória

	Filtro 1	Filtro 2
Afluente	7,3	7,5
Efluente	12,1	11,4

Pela natureza básica da escória de aciaria, já era esperado que os valores de pH se elevassem, daí a necessidade de um compartimento Redutor de pH. Foi constatado pelos resultados iniciais obtidos, que o Redutor de pH necessita de ajustes adicionais em especial associado a tempo de residência, controle de vazão e revisão dos materiais aplicados, de forma a garantir estabilidade e neutralização desse parâmetro.

4 CONCLUSÃO

O uso de escória de aciaria no tratamento de efluentes domésticos se faz promissor, principalmente pela sua capacidade de remoção de E.Coli, Fósforo Total e Fósforo Dissolvido. Faz-se necessário, no entanto, que os valores de pH não sofram a elevação observada neste experimento.

Com o intuito de controlar os valores de pH, deu-se início em Outubro de 2014 na ArcelorMittal Tubarão uma segunda etapa do experimento, com novas adequações no compartimento de pH, visando aprimorar seu desempenho.

O uso da escória no tratamento de efluentes domésticos, se consolidado, somar-se-ia às já várias técnicas para o reaproveitamento da mesma [5,6], bem como poderia servir de impulso para novos usos, como o tratamento de efluentes de atividades rurais cujas características físico-químicas sejam semelhantes aos efluentes domésticos.

REFERÊNCIAS

- 1 Drizo, A. Picard, H. - System for removing phosphorus from wastewater; - US Patent 8,721,885, 2014
- 2 Avelar, J. C. Avaliação da Escória de Aciaria (LD) como leito cultivado e leito filtrante no pós-tratamento de efluente de reator UASB compartimentado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. 2008 [acesso em 15 mar. 2015. Disponível em: <http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Vers%C3%A3o%20Final1.pdf>

- 3 Raina M. Maier, Ian L. Pepper, Charles P. Gerba. Environmental Microbiology. San Diego. Academic Press. 2000
- 4 ABNT NBR ISSO/IEC 17025:2005.
- 5 Rizzo, Ernandes Marcos da Silveira. Introdução aos Processos de refino primário das ações nos convertedores a oxigênio. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2006. 118p
- 6 Sobral, M. F. et al. Escória de siderurgia e seus efeitos nos teores de nutrientes e metais pesados em cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n.8, p.867-872, 2011 et al, 2011].