

Avaliação da utilização de um desarenador com chicanas desenvolvido para a remoção de partículas sólidas em efluente de lavagem de equipamentos em canteiro de obra

Evaluation of the use of a degritter with baffles developed for the removal of solid particles in effluent from the washing of equipment at the construction site

Caio Victor Lourenço Rodrigues, doutorando em Engenharia Civil, UEL (Universidade Estadual de Londrina)

caio.rodrigues@uel.br

Dayane Mauro Sangiorgio, graduanda em Engenharia Civil, UNIFIL (Centro Universitário Filadélfia)

Dayane_Mauro@hotmail.com

Gabriel Otaviano Almondes, graduando em Engenharia Civil, UNIFIL (Centro Universitário Filadélfia)

gabriel._almondes@hotmail.com

Vanessa Kishi da Silva, graduanda em Engenharia Civil, UNIFIL (Centro Universitário Filadélfia)

vanessasilva@hotmail.com

Resumo

Os efluentes industriais produzidos nos canteiros de obra são de responsabilidade do gerador e devem ser tratados corretamente. Contudo, muitas vezes estes efluentes não recebem o tratamento e a destinação adequada, podendo contaminar o meio ambiente. A fim de mitigar essa situação, alguns sistemas de tratamento vêm sendo desenvolvidos e implantados em canteiros e usinas de concreto. Este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência de um desarenador instalado no laboratório de materiais de construção no Centro Universitário Filadélfia em Londrina-PR, desenvolvido para tratar o efluente gerado nesse local. Foram coletadas amostras em dois pontos do desarenador (entrada e saída), sendo posteriormente realizados ensaios de sólidos, pH, alcalinidade e cone Imhoff, de acordo com APHA (2005), para analisar as características das mesmas. Os resultados obtidos indicaram uma remoção considerável de sólidos, com eficiência de até 98% para sólidos totais, indicando a eficácia do sistema de tratamento.

Palavras-chave: Processos de tratamento; Efluente de canteiro de obra; Desarenador com chicanas.

Abstract

The industrial effluents produced in construction sites are responsibility of the own company and should be treated properly. However, many times this effluents do not receive the suitable treatment nor the adequate disposal, which may contaminate the environment. In order to mitigate this situation, some treatments system is being developed and deployed in construction site and concrete factories. The objective of this study was to analyze the efficiency of degritter installed in the Department of Civil Engineering of the University Center Philadelphia in Londrina-PR, developed to treat the effluent generated in this place. Were collected samples from two points of the system funnel (entry and exit), being later realized solids, pH, alkalinity and Imhoff cone tests, according with APHA (2005), to analyze their characteristics. The results obtained indicated a considerable removal of solids, with an efficiency up to 98% for total solids, indicating the efficacy of this treatment system.

Keywords: Treatment processes; Effluent from construction site; Degritter with baffles.

1. Introdução

A indústria da construção civil é um dos setores industriais mais representativos economicamente no país. Entretanto, segundo dados da Organização das Nações Unidas – ONU é o principal consumidor de recursos naturais não renováveis, sendo responsável por consumir 40% do consumo mundial de energia, extrair 30% dos materiais do meio natural, gerar 25% dos resíduos sólidos e de 25% da água utilizada no mundo.

A vista disso, a construção civil é reconhecida como uma atividade que responde por uma parcela significativa dos impactos negativos causados ao meio ambiente. Isso se deve à expressiva geração de resíduos sólidos e efluentes, os quais não são produzidos apenas pelos canteiros de obras, mas por toda a cadeia produtiva da construção civil que envolve a fabricação de seus insumos, caracterizando um cenário de grandes impactos ambientais. (MARTINS, 2012)

Além dos resíduos gerados, destacam-se os efluentes produzidos nos canteiros de obras, que podem ser considerados de origem doméstica ou industriais. O efluente de origem doméstica é caracterizado pela presença de águas residuais contaminadas por fezes humanas, restos de alimentos, gorduras e detergentes oriundos de áreas de vivência. De acordo com a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho, NR-18, são áreas de vivência obrigatórias nos canteiros de obras: instalações sanitárias; vestiário; alojamento; local de refeições; cozinha, quando houver preparo de refeições; lavanderia; área de lazer e; ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores.

Por outro lado, os efluentes de origem industrial são aqueles procedente das etapas construtivas, tais como: execução das fundações; concretagem; elevação de alvenaria e acabamento e lavagem de ferramentas e equipamentos. Para Jordão e Pessoa (1995) esses efluentes constituem resíduos de origem diversificada, variando de acordo com o tipo de obra e os materiais utilizados.

No primeiro caso, o efluente gerado é coletado pela concessionária de serviço público de saneamento de cada região e levados para Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). (NBR 9648/1986)

No segundo, os efluentes industriais devem receber um prévio tratamento antes de ser lançado nas galerias pluviais ou na rede de esgoto, em razão de suas características potencialmente agressivas ao meio ambiente, conforme estabelece a Resolução 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2011). Ressalta-se que esta atividade é de responsabilidade do gerador, ou seja, a construtora responsável pela obra deve realizar a correta coleta e tratamento desse efluente.

O efluente proveniente da água residual da lavagem de betoneira, objeto de análise deste artigo, apresentam em sua composição, materiais para preparação de concreto, tais como: brita, areia, cimento e aditivo em alguns casos. De acordo com Su, Miao e Liu (2002, apud PAULA; ILHA, 2014) a água residuária de concreto apresenta elevados valores de pH (entre 11 e 12) e por conseguinte elevado valor de alcalinidade, devido à presença de hidróxidos e carbonatos. Além disso, pode conter agregados pulverulentos, materiais orgânicos e elevada turbidez (entre 200 NTU e 700 NTU), de acordo com a finalidade da obra. (CARDOSO, 2015; PAULA; ILHA, 2014)

De acordo com a Resolução 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2011), a água em contato com materiais cimentícios torna-se altamente alcalina, ou seja, com pH elevado (entre 12 e 13), além de apresentar um alto teor de sólidos dissolvidos, fator que inviabiliza o despejo direto em redes de esgoto e águas pluviais. (CARDOSO, 2015)

Para Lopes e Santos (2012) a infiltração desse efluente no solo pode ocasionar modificações em sua estrutura, alterando sua capacidade de infiltração através da obstrução dos poros e formação de crosta superficial. Além disso, o despejo incorreto de efluentes industriais pode provocar o assoreamento dos corpos hídricos, obstrução da rede de drenagem e a diminuição de escoamento de rios, lagos e condutos. (POLETO; MARTINEZ, 2011)

O assoreamento é um problema preocupante, uma vez que afeta o volume de água de lagos e rios. Este impacto ocorre pelo transporte de sedimentos pela água pluvial na qual ao atingirem os corpos hídricos, esses resíduos se depositam às margens dos rios e lagos, causando a diminuição da lâmina de água e a contaminação do ecossistema. (CABRAL, 2005)

Em vista disso, alguns sistemas de tratamento de efluentes têm sido desenvolvidos e implantados a fim de criar alternativas para minimizar os impactos ambientais. Já é possível identificar centrais de tanques de decantação e caixas separadoras de água e resíduos instaladas em canteiros de obras, as quais captam o efluente gerado em processos de lavagem de betoneiras, ferramentas, maquinários, e o trata com o objetivo de reutilizar essa água para fins não potáveis, como limpeza de calçadas e vias. (PAULA; FERNANDES, 2015)

A literatura consultada apresenta alguns sistemas de tratamento de efluente de betoneira já implantados. Um exemplo é o caso do sistema de lavagem de caminhões betoneira instalado em uma empresa no município de Santa Maria no Estado do Rio Grande do Sul, onde a água proveniente da lavagem é destinada a um tanque e, em seguida, encaminhada

para 3 (três) decantadores com o intuito de remover os sólidos presentes no efluente gerado e possibilitar o reuso da água após esse tratamento físico. (UCKER et. al, 2013)

De acordo com Ucker et. al (2013), o sistema de decantação foi dimensionado com base no volume de efluente a ser tratado, visto que o dimensionamento correto do comprimento e largura do decantador é de extrema importância para diminuir o arraste de partículas sólidas. Contudo, ao comparar os resultados obtidos na análise do efluente de entrada com o efluente de saída, constatou-se a ineficiência do sistema, uma vez que foi registrado um acréscimo de 63% no valor de pH e aumento de 44 vezes da turbidez na amostra coletada após o sistema de tratamento. Portanto verificou-se a necessidade de aperfeiçoamento do projeto.

Todavia, o estudo desenvolvido por Paula e Ilha (2014), o qual analisa a qualidade da água residuária de um sistema de tratamento por sedimentação do efluente gerado por usina de concreto, situada na região sudeste de Goiás, apontou resultados satisfatórios. Comparando-se os resultados dos ensaios realizados com o efluente do tanque de entrada (sem tratamento) e do afluente do tanque de saída (tratado), verificou-se uma diminuição de 87% na turbidez, determinando a eficiência na retenção de sólidos, no entanto os parâmetros para reuso de água não se adequaram aos recomendados pela ABNT-NBR 15900:2009, na qual estabelece os requisitos mínimos para a água ser considerada adequada ao preparo do concreto.

Tendo por pressuposto os sistemas similares apresentados acima, desenvolveu-se um dispositivo intitulado desarenador. Este equipamento tem por finalidade realizar o tratamento físico da água decorrente de lavagens de betoneiras através de processo de decantação, o qual permite a retenção de uma parcela dos sólidos totais (suspensos e dissolvidos), além de possivelmente permitir o reuso da água para amassamento. Nesse sentido, este trabalho objetiva analisar a eficiência do desarenador implantado no departamento de Engenharia Civil do Centro Universitário Filadélfia, no município de Londrina-PR.

2. Materiais e métodos

O equipamento em estudo foi desenvolvido para atender a demanda do laboratório de materiais, do Bloco da Engenharia Civil do Centro Universitário Filadélfia, Londrina – PR. Adotou-se como vazão de projeto o valor de 100 l/s, a qual corresponde ao despejo da lavagem de uma betoneira de capacidade de 150 litros. Este dispositivo tem por objetivo realizar o tratamento de águas residuais que estiveram em contato com materiais cimentícios, a fim de remover a maior quantidade de sólidos dissolvidos no efluente e garantir uma melhoria na qualidade da água para ser lançado nas galerias ou, ainda, ser reutilizado.

No que se refere ao método de funcionamento, ocorre da seguinte forma: a primeira etapa consiste na redução da velocidade de escoamento, com a remoção dos sólidos grosseiros, através da passagem pelas chicanas, as quais são obstáculos que funcionam como um labirinto, conforme demonstra a Figura 1 (ponto 1). Em seguida, o efluente é direcionado para a primeira caixa de decantação (ponto 2), cuja finalidade é promover a sedimentação dos sólidos. Logo após, o efluente segue para o segundo decantador (ponto

3), o qual possui o objetivo de garantir a sedimentação das partículas sólidas remanescentes na água, de forma a garantir uma maior eficiência ao sistema.

Os dois reservatórios de decantação foram dimensionados com 0,80 m de comprimento e 0,50 m de largura. Salienta-se ainda que o equipamento, de 2,20 metros de comprimento, possui inclinação necessária para que o escoamento do efluente ocorra através da gravidade. Além disso, há orifícios nas caixas de decantação abertos apenas após o tempo previamente estipulado para o fim do processo. O tempo de decantação médio usado nos ensaios foi de 10 horas. Por fim, a água tratada é transportada até um tanque de armazenamento (ponto 4) através de tubulações.



Figura 1: Desarenador para tratamento de água residuária em canteiro de obras e pontos de coleta da amostra para caracterização da qualidade da água: (1) chicanas, (2) câmara de decantação primária, (3) câmara de decantação secundária, (4) reservatório. Fonte: dados do projeto.

As amostras retiradas para análise foram coletadas semanalmente, entre os meses de setembro de 2016 e janeiro de 2017, após a lavagem da betoneira e de outros equipamentos. Para realizar as comparações, 09 amostras foram validadas, sendo estas de entrada (representada pelo ponto 2 da figura acima – efluente bruto) e de saída (representada pelo ponto 3 – efluente tratado). Após as coletas, as amostras foram identificadas com a data de sua retirada e em seguida transportadas ao laboratório. Para o armazenamento foram utilizados recipientes com tampas e as amostras foram mantidas sob refrigeração, a fim de prevalecer suas características.

Para a análise da qualidade dos efluentes, os valores de pH, alcalinidade e sólidos (totais e dissolvidos) foram estudados de acordo com a metodologia descrita em APHA (2005).

Na Tabela 1 estão apresentados os ensaios utilizados com seus respectivos métodos. Os ensaios de Imhoff e de Sólidos Totais foram realizados com o objetivo de analisar a

quantidade de sólidos que o sistema de tratamento retém, a fim de determinar a eficiência do equipamento.

Ensaio	Método – APHA (2005)
pH	Potenciométrico
Alcalinidade	Titulação potenciométrica
Imhoff	Volumetria
Sólidos Totais	Gravimetria

Tabela 1: Metodologia dos ensaios realizados de acordo com APHA (2005). Fonte: elaborada pelos autores.

Na literatura existem outros projetos semelhantes ao elaborado, com objetivos similares, porém não se utilizou como base nenhum destes para a execução do desarenador proposto pelo Projeto de Pesquisa. Cita-se como exemplo de projeto similar o sistema de decantação apresentado por Ucker et. al (2013).

Para a apresentação dos resultados foram consideradas as médias dos valores encontrados nos ensaios, estes foram comparados com os parâmetros dispostos na Resolução CONAMA nº 430 e em valores encontrados na literatura.

3. Resultados

A Tabela 2 resume os principais resultados dessa pesquisa, pH, alcalinidade, cone Imhoff, sólidos totais, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis para as amostras coletadas nos pontos de entrada (efluente bruto) e saída (efluente tratado) do equipamento.

Amostra	pH		Alcalinidade (mgCaCo ₃ .L ⁻¹)		Cone Imhoff (ml.L ⁻¹)		Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Amostra 1	11,9	11,1	288	145	35,0	1,6	4914	581
Amostra 2	11,0	10,6	58	28	14,0	0,6	3590	732
Amostra 3	11,1	10,7	78	23	7,0	0,4	2050	850
Amostra 4	10,6	10,0	113	75	6,5	0,2	2093	40
Amostra 5	11,6	9,7	158	13	36,5	0,2	2995	640
Amostra 6	8,5	7,9	45	38	0,8	0,1	675	455
Amostra 7	8,5	7,8	48	30	0,7	0,1	1425	1625
Amostra 8	10,0	7,6	35	18	3,8	0,2	3610	2120
Amostra 9	10,5	8,7	45	20	13,0	0,1	905	170

Tabela 2: Resultados de ensaios. Fonte: elaborada pelos autores.

Com base nos resultados apresentados, na Tabela 2, é possível identificar que os valores de pH e alcalinidade encontrados na amostra de entrada e na amostra de saída apresentam pequenas variações. Esse fato ocorre em razão do sistema de tratamento aplicado ser apenas físico, não apresentando nenhum tipo de tratamento químico. Portanto era esperado que tais valores não sofressem mudança.

Entretanto, ao observar os valores resultantes dos ensaios de sólidos e cone Imhoff, constatou-se que comparando as amostras de entrada e saída houve uma redução dos valores, ou seja, após o tratamento, o efluente apresentou uma eficiência na remoção dos sólidos.

A diminuição dos valores iniciais em relação aos finais, especificamente do ensaio de Cone Imhoff, representa a eficiência do sistema em reter os sólidos sedimentáveis. A Figura 2 demonstra, de maneira qualitativa, a mudança do efluente ao longo de cada etapa do tratamento, representados pelos pontos de 1 a 4, sendo, respectivamente: chicanas; decantador primário; decantador secundário e reservatório.

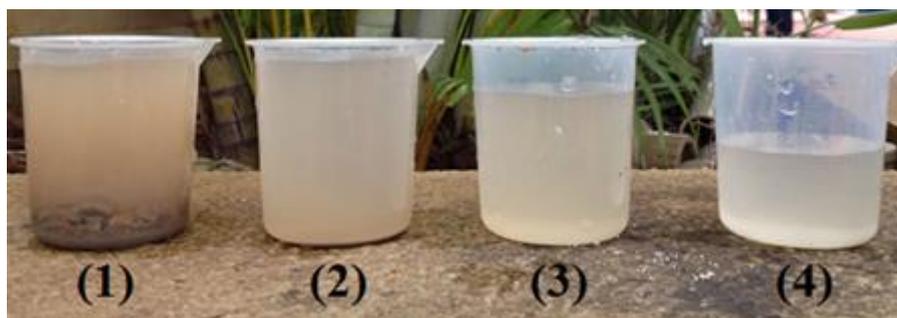


Figura 2: Análise qualitativa do efluente. Fonte: dados do projeto.

Apesar dos resultados expostos na Tabela 2 estarem de acordo com o previsto, observou-se grande variabilidade entre as amostras. Isso decorre em razão da diversidade dos materiais utilizados para a fabricação do concreto na betoneira que recebeu a lavagem, inclusive observou-se a presença de solo em algumas amostras. Outro fator determinante é em relação às questões climáticas, algumas amostras de saída ficaram expostas à chuva, ocasionando uma diluição do efluente, causando mudança em suas características.

Uma vez que, o objetivo do equipamento é realizar a retenção dos sólidos, fez-se necessário realizar uma análise mais criteriosa em relação a esses resíduos presentes no efluente. A Tabela 3 indica a eficiência do sistema em relação à remoção dos sólidos totais, sólidos totais fixos (minerais) e sólidos totais voláteis (matéria orgânica).

Amostra	Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)			Sólidos Totais Fixos (mg.L ⁻¹)			Sólidos Totais Voláteis (mg.L ⁻¹)		
	Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência
Amostra 1	4914	581	88%	4454	420	91%	460	161	65%
Amostra 2	3590	732	80%	2994	422	86%	596	310	48%
Amostra 3	2050	850	59%	585	235	60%	1465	615	58%
Amostra 4	2093	40	98%	1759	34,5	98%	334	5,5	98%
Amostra 5	2995	640	79%	2845	520	82%	150	120	20%
Amostra 6	675	455	33%	385	185	52%	290	270	7%
Amostra 7	1425	1625	-14%	535	930	-74%	890	695	22%
Amostra 8	3610	2120	41%	1950	1400	28%	1660	720	57%
Amostra 9	905	170	81%	755	80	89%	220	135	39%

Tabela 3: Eficiência do desarenador quanto à retenção de sólidos. Fonte: elaborada pelos autores.

As porcentagens de eficiência apresentadas na Tabela 3 indicam valores altos em sua maioria, apontando a elevada capacidade do sistema em reter os sólidos totais, fixos e voláteis. É possível identificar algumas amostras com eficiência baixa ou negativa, esse fato é decorrente da variabilidade dos efluentes ou de variações climáticas. Além disso, pode-se perceber nos casos em que as porcentagens obtiveram valores reduzidos, o ensaio de Cone Imhoff realizado nessas amostras também apresentou alterações.

Ademais, no que se refere aos sólidos voláteis, pode-se perceber que as amostras três e oito apresentaram altos valores de entrada, apontando a presença de matéria orgânica no efluente bruto. No entanto, apesar do sistema ser físico, a matéria orgânica é removida devido a sua aderência aos sólidos retidos pelo sistema.

No estudo realizado por Paula e Ilha (2014) percebeu-se que as amostras apresentaram uma alta eficiência na remoção de sólidos após o tratamento proposto pelo equipamento instalado na usina de concreto em estudo. De maneira similar, os resultados alcançados na pesquisa objeto deste artigo, obtiveram altas porcentagens de remoção, superiores a 50%, com exceção das amostras seis, sete e oito.

Por sua vez, os resultados de pH e Cone Imhoff, foram comparados com os valores dispostos na Resolução 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2011) para lançamento do efluente em corpos hídricos. Quanto ao parâmetro de pH, os resultados encontrados na Tabela 2 não atenderam os requisitos descritos na Resolução (entre 5 e 9). Além do mais, os valores de sólidos sedimentáveis foram superiores ao recomendado (1m/L), com exceção da amostra um.

Apesar do dispositivo não atender a legislação pertinente, o mesmo demonstrou eficiência na remoção de sólidos, ressaltando que o equipamento ainda se encontra em estudo. Destaca-se ainda que, devido a eficiência verificada, é possível que este dispositivo trabalhe em conjunto com outros tipos de tratamentos, colaborando com a redução dos parâmetros estudados. É possível citar como exemplo, a diluição do efluente do desarenador em água pluvial, a fim de atender os parâmetros CONAMA. Em vista disso objetivou-se, através do Projeto de Pesquisa, efetuar o constante monitoramento do sistema, a fim de promover melhorias, bem como realizar novos ensaios do efluente. A análise da turbidez pode ser inserida neste contexto, assim como por Ucker et. al (2013). Salienta-se ainda que, devido à pesquisa estar em estágio inicial, a possibilidade de reutilização da água para fins não potáveis, como água para amassamento, ainda está sendo estudada.

4. Conclusão

Com base nos resultados apresentados no presente trabalho, foi possível constatar a eficiência do dispositivo desarenador na remoção de sólidos totais. A passagem da água pelo sistema de tratamento, composto por chicanas e câmaras de decantação, proporcionou a melhoria da qualidade da água. As análises do efluente de entrada e saída do sistema apresentaram uma remoção em média com eficiência de 85% para sólidos totais, além da redução de até 99% dos sólidos sedimentáveis. Ressalta-se que apesar da eficiência obtida, o efluente ainda não se enquadrava dentro da legislação pertinente, indicando que as pesquisas devem continuar, com o aprimoramento do dispositivo.

Em dias chuvosos pode-se perceber que as características do efluente foram alteradas, o que influencia na análise real da eficiência na remoção de sólidos, mudança também comprovada por meio do ensaio de Cone Imhoff. Por se tratar de um sistema de tratamento exclusivamente físico, os índices de pH e alcalinidade não apresentaram significativa alteração. Assim sendo, a remoção de sólidos promovida por esse sistema contribui para reduzir a quantidade de sólidos lançados aos corpos hídricos de forma incorreta, minimizando os impactos ambientais causados pelos mesmos.

Referências

APHA; AWWA; WPCF. Standard methods for examination of water and wastewater. 20. ed. Washington D.C, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15900: Água para amassamento do concreto. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro, 1986.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

CABRAL, João B. P. Estudo do Processo de Assoreamento em Reservatórios. Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia, MG, v. 6, n. 14, p. 62-69, fev. 2005. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html>. Acesso em: 25 nov. 2016.

CARDOSO, Viviam A. V. P. Utilização de água de lavagem de betoneiras na produção de concreto fresco. In: 15º Congresso Nacional de Iniciação Científica. Ribeirão Preto, SP, 2015. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2015/trabalho-1000019212.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

JORDÃO, Eduardo P.; PESSOA, Constantino A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 3.ed., Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995.

LOPES, Régia L.; SANTOS, Angélica S. dos. Característica do Solo da Área de Infiltração de Efluentes Domésticos de uma ETE. Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas, TO, out. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3654/2189>>. Acesso em: 19 dez. 2016.

MARTINS, Thatiane Vieira. Habitação ecoeficiente para o Vila Viva. 2012. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte, Belo Horizonte.

PAULA, H. M.; ILHA, M. S. O. Qualidade da água residuária de usina de concreto para fins de aproveitamento. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, Catalão, GO, v. 7, n. 3, p. 349-366, jun. 2014.

PAULA, Heber M.; FERNANDES, Carlos E. Gestão da água em usina de concreto: análise do risco das atividades e monitoramento da qualidade da água residuária para fins de reuso. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiás, v. 10, n. 1, p. 14-21, jul. 2015. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/reec/index>>. Acesso em: 09 jan. 2017.

POLETO, Cristiano; MARTINEZ, Leidy L. G. Sedimentos Urbanos: Ambiente e Água. Revista HOLOS Environmente, Rio Claro, SP, v. 11, n. 1, p. 1, ago. 2011.

UCKER, F. et al. Avaliação dos resíduos sólidos e líquidos em concreteira. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, Santa Maria, RS, v. 15, n. 15, p. 2990-2997, out. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/223611709149>>. Acesso em: 08 jan. 2017.