

REÚSO DE ÁGUA COM CONTEÚDO CIMENTÍCIO EM CANTEIROS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Paloma Damasceno de Jesus Lima⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Cidade de São Paulo, Pós-graduada em Avaliação de impactos ambientais e licenciamento ambiental, atua desde de 2018 como técnica em sistema de saneamento na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

Jessé da Costa Angelino⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade São Judas Tadeu.

Jaqueline Ferreira de Souza Pirani⁽³⁾

Engenheira Civil.

Endereço⁽¹⁾: Av. Aparecida do Rio Negro, 240 – Apto 1701 Torre 1 – Jardim Iris – São Paulo - SP - CEP: 05144-085 - Brasil - Tel: +55 (11) 95746-8324 - e-mail: pdjlima@sabesp.com.br.

RESUMO

O segmento da construção civil utiliza a água como fonte de matéria prima para o desenvolvimento de suas atividades. Nesse contexto, a água é um recurso finito, a qual deve-se implementar ações para a preservação desse recurso para as presentes e futuras gerações. Levando-se em conta esses fatores, o consumidor está mais exigente quanto ao quesito sustentabilidade. As obras e edificações que não buscam atender as exigências do mercado encontram dificuldades em obter crédito e financiamento. Os selos ecológicos certificam as empresas que buscam a preservação do meio ambiente a se manterem competitivas no mercado. O reúso da água, se torna um tema de grande relevância, visto que, devido ao grande consumo de água em seu processo, as obras de construções civis geram enorme quantidade de efluentes industriais, que deve ser disposto em corpo de água receptor ou rede coletora de esgoto. Os efluentes advindos da lavagem de caminhões betoneira, apresentam características e substâncias que podem causar danos ao meio ambiente, por isso o tratamento se faz necessário e o reúso uma forma de contribuir para preservação dos recursos hídricos e diminuir os gastos financeiros.

Palavras-Chave: Água, Reúso, Construção Civil.

INTRODUÇÃO

Em obras de construção civil que buscam a obtenção de certificações ambientais, o empreendedor deve realizar a avaliação da qualidade ambiental do edifício em pelo menos três fases: Pré-projeto, Projeto e Execução; e na fase Operação e Uso do empreendimento.

Na fase de execução, no canteiro de obras sustentáveis, dentre tantas outras medidas que visam viabilizar o uso racional dos recursos naturais no processo construtivo, observou-se a necessidade do tratamento do resíduo de águas com conteúdo cimentícios como lavagem de bicas de caminhão betoneira e ferramentas. Através do processo simples de tratamento, estas águas ao invés de serem descartadas podem ser reaproveitadas em outros usos no canteiro, uma vez que a indústria da construção civil utiliza água na maioria de suas atividades, além de ser uma grande geradora de resíduos.

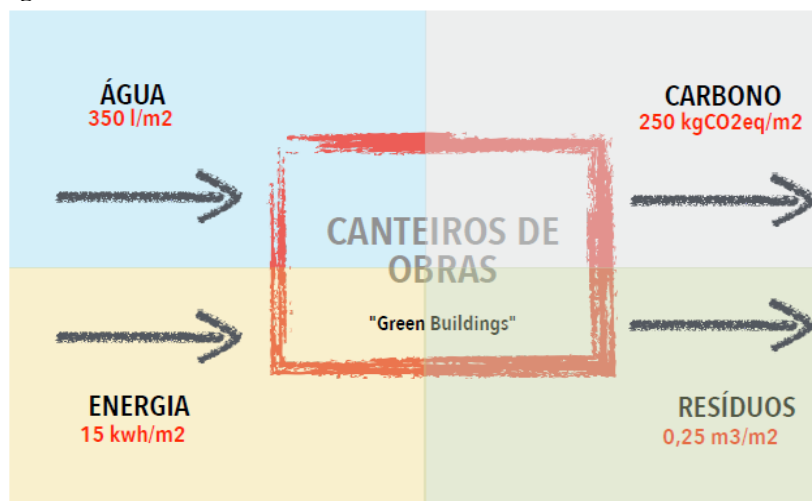
OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo promover o uso racional da água através da reutilização dos efluentes gerados pela lavagem de bicas caminhões betoneiras, equipamentos e ferramentas em canteiros de obras de construção civil, reduzindo o impacto negativo desse material cimentício lançado em sistema de coleta de esgoto sanitário e drenagem urbana.

SUSTENTABILIDADE EM CANTEIRO DE OBRAS

A sustentabilidade deve estar presente em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento, desde sua concepção, projeto, construção e manutenção até sua demolição, considerando sempre as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental (ARAÚJO, 2010 *apud* MARQUES *et al*, 2017). A etapa de construção, no ciclo de vida de um empreendimento, corresponde a uma parcela significativa dos impactos causados pela construção civil no meio ambiente (ARAÚJO, 2010 *apud* MARQUES *et al*, 2017). A Figura 1 demonstra os principais indicadores de uma obra sustentável.

Figura 1- Indicadores de obra sustentável.



Fonte: (OHNUMA, 2017)

No que se refere ao consumo de água, a construção civil tem um grande potencial consumidor - diretamente com materiais e processos como produção de concreto, supressão de poeira e corte, e indiretamente com a água incorporada em todos os produtos usados na construção, apresentando elevado consumo de água para a execução das obras e fabricação de seus materiais (MARQUES *et al*, 2017). Tais funções tornam o recurso hídrico um dos componentes mais importantes na execução de concretos e argamassas, e uma ferramenta eficaz nas atividades de limpeza e cura do concreto (SILVA; VIOLIN, 2013).

A água na indústria da construção é consumida na extração, produção e manufatura, bem como no processo de construção da edificação. As políticas têm focado apenas no uso de água operacional do ambiente construído, negligenciando o consumo em outras fases, uma vez que a água consumida para a execução das obras nos canteiros representa um percentual ínfimo se comparado ao total de água consumida ao longo da vida útil de uma edificação (MARQUES *et al*, 2017). A água consumida durante a manufatura de bens e serviços requeridos na construção pode ser significativa no contexto do ciclo de vida de uma edificação. Existem, ainda, estudos como que se concentram em mensurar o consumo de água incorporada na fase de construção das edificações. McCormack (2007) *apud* Marques *et al* (2017) realizaram 17 estudos de caso e encontraram um volume máximo de 20,1 metro cúbico por metro quadrado de área construída. Esses mesmos autores salientam que, considerando a etapa construtiva dos edifícios, o volume de água requerida no processo principal de construção é mínimo. Também, Bardhan (2011) *apud* Marques *et al* (2017), apresenta valores de consumo de água em canteiros de obra de 1 metro cúbico por metro quadrado a 2 metros cúbico por metro quadrado de área construída, ou seja, de 5% a 10% do valor total de água incorporada ao processo de construção de uma obra, considerando o ciclo de vida das matérias-primas e serviços inseridos.

A avaliação de consumo de água em canteiros de obra possibilita identificar possíveis falhas no sistema, como vazamentos, e até mesmo verificar padrões de consumo dos mais diversos processos, auxiliando, então, na busca, cada vez mais intensa, por soluções mais sustentáveis, que podem ser aplicadas em canteiros de obra durante a execução de empreendimentos (MARQUES *et al*, 2017).

REÚSO DE ÁGUA

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), através da Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. A Resolução supracitada, define em seu Art. 2 os seguintes termos:

- I - Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
- II - Reúso de água: utilização de água residuária;
- III - Água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas.

Com base na Resolução acima, o reúso de água, é basicamente a utilização de efluentes oriundos de diversas atividades que podem ter sido tratados ou não. A prática da reutilização de águas residuária, acontece há muitos anos, na Grécia Antiga, essa reutilização se dava pela disposição de esgoto sanitário para irrigação (CETESB, 2010 *apud* CUNHA & *et al.*, 2011).

De acordo com (CARVALHO *et al.*, 2014), o uso de água potável nos processos industriais contribui significativamente para os impactos causados nos recursos hídricos, visto que, a grande quantidade de água potável utilizada nos processos industriais poderia ser reutilizada de forma consciente, no entanto, não é a realidade da maioria das empresas. O uso irracional da água por parte da população, também colabora para os impactos causados ao meio ambiente (CARVALHO & *et al.*, 2014).

Segundo LAVRADOR (1987, *apud* CAVALCANTE, 2015, p. 14):

O reúso seria o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, para suprir as necessidades de outros usos, para que se preserve ao máximo esse recurso na sua forma potável e se tenha uma melhor aplicação.

Dessa forma, contribuir de forma significativa para minimização dos impactos sobre os recursos hídricos. A Organização Mundial da Saúde, classifica o reúso de água em diferentes modalidades, conforme seus usos e finalidade, (WHO, 1973 *apud* Moruzzi, 2008, p. 2):

- **Reúso indireto:** *ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Trata-se da forma mais difundida onde a autodepuração do corpo de água é utilizada, muitas vezes sem controle, para degradar os poluentes descartados com o esgoto in natura;*
- **Reúso direto:** *é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável. Exige a concepção e implantação de tecnologias apropriadas de tratamento para adequação da qualidade do efluente à estação à qualidade definida pelo uso requerido;*
- **Reciclagem interna:** *é o reúso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água para manutenção dos processos e operações de tratamento;*
- **Reúso potável direto:** *ocorre quando o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. É praticamente inviável devido ao baixo custo de água nas cidades brasileiras, ao elevado custo do tratamento e ao alto risco sanitário associado;*
- **Reúso potável indireto:** *caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Compreende o fluxograma onde o tratamento do esgoto é empregado visando adequar a qualidade do efluente à estação aos padrões de emissão e lançamento nos corpos d'água.*

De acordo com HESPANHOL (1999) há os seguintes tipos de reuso:

1 – Usos urbanos: os esgotos tratados podem ser utilizados para fins potáveis e não potáveis. São inúmeras possibilidades e cada atividade exige um padrão diferenciado de qualidade.

2 – Usos urbanos para fins potáveis: os riscos associados ao uso potável em função da presença de organismos patogênicos e de compostos orgânicos sintéticos, provenientes de estações de tratamento de esgoto e de polos industriais são bastante elevados, tornando os usos para fins potáveis, por vezes, inviáveis, em função do alto custo dos tratamentos avançados exigidos para garantia da proteção adequada à saúde. Para as regiões que sofrem com a escassez de água potável, o reúso surge como alternativa para seu abastecimento. Deve ser observada a importância dos sistemas adequados de tratamento, utilizando unidades suplementares além daquelas necessárias apenas para o tratamento de efluentes que são lançados nos corpos hídricos.

3 – Usos urbanos para fins não potáveis: envolvem riscos bem menores e devem ser a primeira opção para o reúso em áreas urbanas. Mesmo sendo mais seguros, uma série de cuidados são necessários quando do uso, decorrer contato direto com a população (HESPANHOL, 1999).

4 – Usos industriais: o reúso industrial pode ser realizado através do aproveitamento dos efluentes produzidos na própria indústria, com ou sem tratamento prévio, ou pela utilização dos esgotos tratados provenientes das estações de tratamento das companhias de saneamento (FIESP/CIESP, 2004).

5 – Usos agrícolas: o maior consumo de água doce está relacionado às práticas agrícolas. A busca de fontes alternativas de água para a situação de escassez e o uso de esgotos tratados para irrigação de culturas são formas de reúso na agricultura.

6 – Uso para aquicultura: esgotos tratados podem abastecer reservatórios destinados à produção de peixes e plantas aquáticas.

7 – Uso para recarga de aquífero: de maneira inadequada é realizada a retirada das águas dos lençóis subterrâneos para consumo, comprometendo a disponibilidade hídrica. A utilização de esgotos tratados para evitar ou amenizar tais efeitos é uma possibilidade.

TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Os métodos de tratamento podem ser classificados em (VON SPERLING, 1996):

Tratamento Preliminar: destina-se principalmente à remoção de sólidos grosseiros e areia, no qual os mecanismos básicos são de ordem física como peneiramento e sedimentação, que ocorrem no gradeamento e nos desarenadores, respectivamente.

Tratamento Primário: destina-se à remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes que passaram pelas unidades de tratamento preliminar, os quais podem ser removidos parcialmente por mecanismos físicos como sedimentação e flotação, como ocorre nos tanques de decantação.

Tratamento Secundário: destina-se à remoção da matéria orgânica dissolvida ou em suspensão através de processos biológicos unitários, no qual a remoção é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por micro-organismos. Dentre esses processos destaca-se o de Lodos Ativados, onde o princípio básico deste sistema é que os sólidos são recirculados do fundo da unidade de decantação, por meio de bombeamento, para a unidade de aeração, provocando aumento da concentração de bactérias, responsáveis pela degradação da matéria orgânica.

Tratamento Terciário: destina-se à remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, como nutrientes, patogênicos, sólidos inorgânicos dissolvidos e em suspensão, e de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) por processos físico-químicos. São processos como coagulação, floculação, decantação, filtração, adsorção por carvão, calagem e osmose reversa (RICHARD, 1998 *apud* MANCUSO; SANTOS, 2003).

ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM CANTEIRO DE OBRAS

Localização do canteiro

O presente estudo de caso, é referente ao um canteiro de obras de uma construtora, localizado na cidade de Jundiaí, nas seguintes coordenadas UTM 308566.00 m E e 7431245.00 m S.

Figura 2 - Localização do empreendimento (estudo de caso).



Fonte: Google Earth (Do próprio autor, 2019).

A construtora é atuante desde 2005 na construção civil, sendo certificada pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), nível A, e pela norma ISO 9001, com um sistema de gestão da qualidade implementado há mais de dez anos e pretende obter a Certificação AQUA HE.

O futuro empreendimento possuirá área de lazer completa em um terreno de 14 mil m², com 278 unidades privativas de 60m² ou 75 m².

As obras foram iniciadas em janeiro de 2019, com previsão de conclusão em 36 meses e está na fase de terraplenagem e implantação do canteiro de obras.

Sistema de Lava Rodas

O empreendimento possui um sistema de lava-rodas onde é realizada a remoção de lama dos caminhões que entram e saem da obra, de modo a diminuir interferências na drenagem urbana do local e incômodos à vizinhança. O sistema não prevê a reutilização da água da lavagem e após o processo de decantação a água é descartada na rede pública de esgoto.

Na Figura 3, pode-se observar a laje inclinada com uma canaleta central que conduz a água da lavagem para a primeira caixa de decantação.

Figura 3- Canaletas para direcionamento da água de lavagem para caixa de decantação.



Fonte: (Do próprio autor, 2019).

As canaletas para captação das águas de lavagem com inclinação favorecem o escoamento e reservação em tanques interconectados de modo a facilitar a concentração da fração sólida e a transferência da água de lavagem a fim de permitir sua reutilização.

No detalhe das caixas, observados na Figura 4, a intercomunicação entre elas é feita através de tubos e com extravasores que destinam a água residuária para a rede pública de esgoto.

Figura 4 - Destinação da água residuária para rede pública de esgoto.



Fonte: (Do próprio autor, 2019).

Visando o atendimento de uma das diretrizes para a obtenção da certificação, que propõe desenvolver no canteiro de obras um reservatório para decantação de água usada para a lavagem das argamassadeiras e demais ferramentas com resíduos cimentícios, propõe-se integrar ao sistema de lava rodas, a lavagem de caminhões betoneira e ferramentas.

Sugere-se ainda, o reúso em atividades que prescindam da água potável no canteiro, por exemplo, higienização de ambientes, descarga de bacias sanitárias, aspersão para diminuição de poeiras, irrigação de áreas verdes e lavagem de pátio.

Tratamento

No canteiro de obra em estudo, o tipo de tratamento aplicado no efluente oriundo do sistema lava rodas são o preliminar e primário, para remoção de sólidos grosseiros e clarificação através da decantação do efluente. No processo de decantação, para a redução da turbidez, utilizou-se um floculante chamado Tanfloc SG, da marca TANAC, auxiliando o processo de coagulação no tratamento de águas em geral.

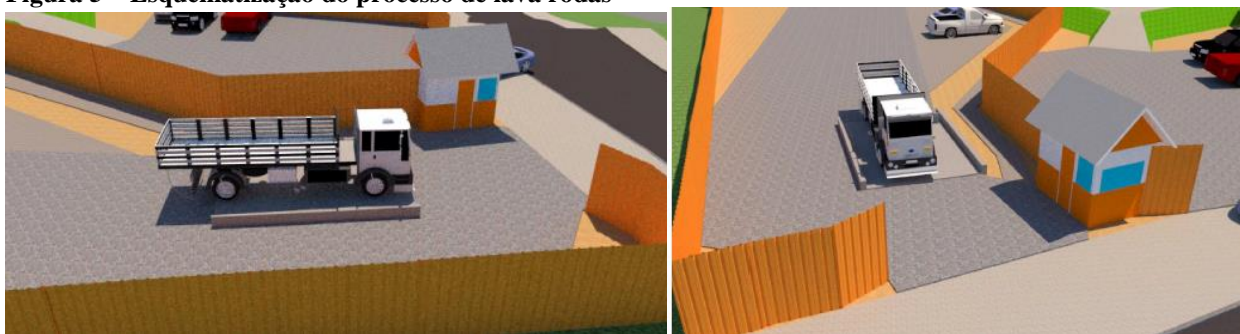
Devido o pH proveniente de efluente com resíduos cimentício ter uma alcalinidade, é utilizada a cal hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para correção do pH.

As quantidades de aplicação dos produtos, foram determinadas pela empresa que faz a assessoria do plano de gestão de resíduos da obra.

Sistema de implantação

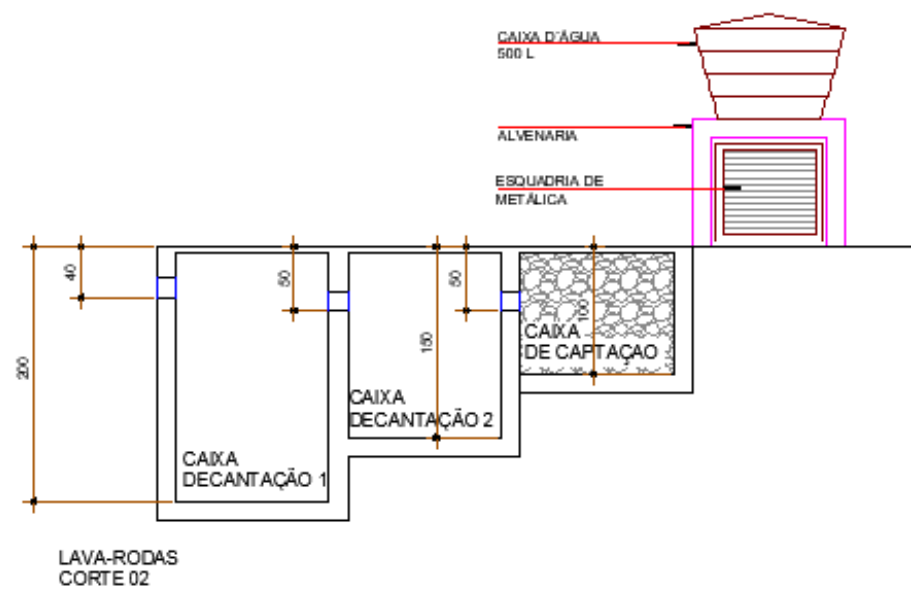
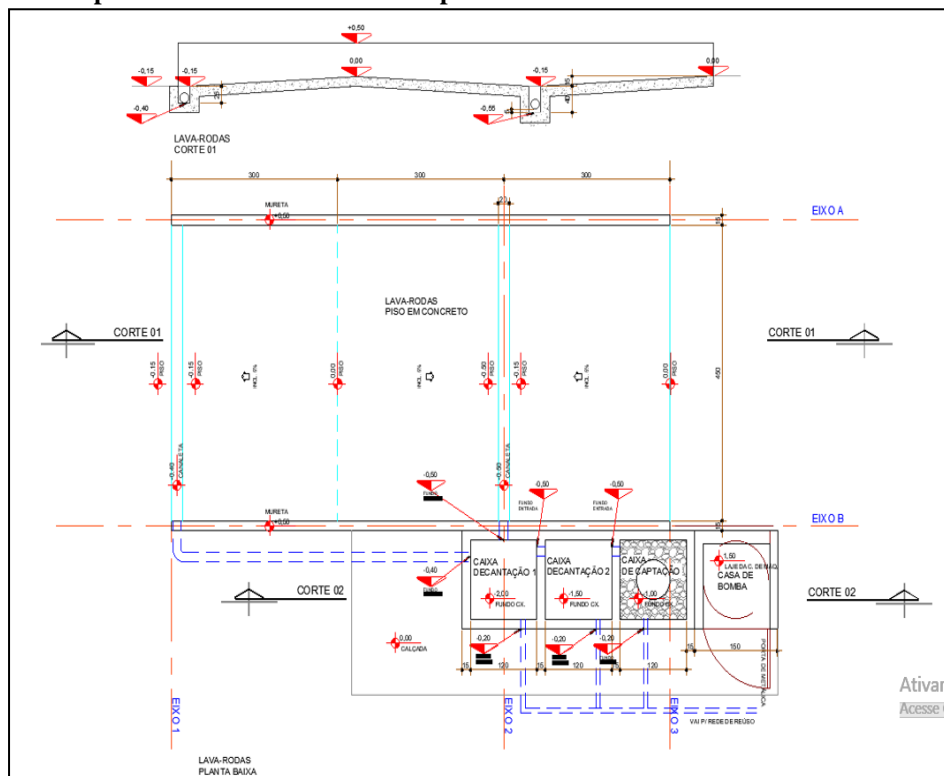
As premissas para a implantação foram baseadas no plano diretor da obra, conforme as imagens abaixo.

Figura 5 – Esquematização do processo de lava rodas



Fonte: (Do próprio autor, 2019).

Mapa 1- Sistema de lava rodas implantado no canteiro de obras.



Fonte: (Do próprio autor, 2019).

Foram coletadas amostras de águas com resíduos cimentícios, proveniente das lavagens de bicas de betoneira e ferramentas e verificado o seu pH.

Figura 6 - Teste de Implantação.



Fonte: (Do próprio autor, 2019).

Foi realizado um teste para verificação da viabilidade desse projeto na área de estudo. A Figura 6 exemplifica a lavagem do caminhão betoneira no sistema de lava rodas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a lavagem do caminhão betoneira, realizou-se um teste para conferência do pH da água oriunda desse sistema de lavagem, como pode-se observar na Figura 7, a amostra apresentou o pH 13, o qual apontou a água com resíduos cimentícios com muita alcalinidade, conforme exposto por estudos apresentados anteriormente.

Figura 7 - Teste de pH da água residuária.



Fonte: (Do próprio autor, 2019).

Para implantação do projeto, foi levantado os valores de materiais e mão de obra, para a adaptação do lava-bicicletas ao lava-rodas totalizando um valor de R\$15.049,00.

A média consumo de água no período estudado foi de 33,6m³, e houve um aumento considerável entre os meses de março, abril e maio, onde ocorreram maiores números de atividades realizadas e mais funcionários na obra, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo de água no canteiro.

Código Consumidor: 4.501.029												
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Ju n	Jul	Ag o	Se t	Ou t	No v	De z
Consumo (m ³)	13	23	26	43	63	-	-	-	-	-	-	-
Valor (R\$)	105,5 8	252,8 7	693,6 9	2.684,5 2	2.895,6 5	-	-	-	-	-	-	-
Funcionários (un)	12	15	18	26	37	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: (Do próprio autor, 2019).

No orçamento da obra, foi considerado o consumo de $0,8\text{m}^3/\text{m}^2 \times 14.000\text{m}^2$ de área de terreno, resultando em 11.200m^3 de previsão de consumo, durante a execução da obra.

Cada lavagem de rodas de caminhão ou de bica utiliza aproximadamente 150 litros de água, a média de lavagens é 40 caminhões por mês que equivale a 6.000 litros, ou seja, $6\text{m}^3/\text{mês}$, custo médio de R\$ 210,00 mensal.

Já o consumo com lavagem de ferramentas, aspersão de água contra poeiras, cura úmida de peças concretadas corresponde a 10m^3 e custo médio de R\$ 350,00 mensal.

Os custos com os produtos para tratamento do resíduo são R\$ 47,00 ao mês.

Somando o custo com a lavagem de caminhões com o da lavagem de ferramentas e dos produtos para o tratamento, obtém-se o gasto mensal R\$607,00, considerando um período de obras de 36 meses, o total gasto será de R\$ 21.852,00.

Dividindo o valor total da implantação que será de R\$15.049,00 pelo gasto mensal do consumo de água para as atividades de lavagem que é de R\$607,00, a empresa responsável pela operação do canteiro de obra terá o retorno do valor investido nesse sistema em aproximadamente 25 meses, além do ganho ambiental no que se diz respeito à diminuição do consumo de água potável e impactos com o lançamento *in natura* dessa água residuária.

CONCLUSÃO

Conclui-se com este trabalho, que a implantação de um sistema de reúso de águas provenientes de lavagem de rodas de caminhões, de bica de caminhões betoneiras e de ferramentas, para lavagem de pátios, descargas sanitárias, aspersão para diminuição poeiras e realização de cura úmida de peças de concreto, apresenta-se uma solução economicamente viável, uma vez que, o retorno com custo da implantação se dá em 25 meses, numa obra com previsão de conclusão em 36 meses.

Quanto à obtenção da certificação ambiental, com a implantação do sistema integrando a destinação correta dos resíduos e o reúso de água, atende-se à Categoria 3 - NÍVEL MELHORES PRÁTICAS, cuja responsabilidade é do canteiro de obras.

Sugere-se para outras implantações a utilização de caixas de fibra de vidro para os tanques de decantação do sistema de tratamento, de modo que possam ser reutilizados em outras obras e não de alvenaria como foi executado.

Melhorias no sistema de limpeza e retirada do lodo dos reservatórios também se fazem necessárias para que o processo seja mais rápido e eficaz.

Alguns estudos se mostraram eficientes utilizando semente de moringa oleífera como coagulante natural para o tratamento de águas com resíduos de cimento em usinas de concreto. Sugerimos como estudos futuros, a viabilidade da aplicação deste coagulante natural em canteiros de obras.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, V. M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**. São Paulo, 2010. Disponível em < https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-28102009-173935/publico/Araujo_Diss_Ed_Rev.pdf>. Acesso em: 28.mai.2019.
- ART, H. W. **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**. 2 ed. São Paulo: UNESP, Melhoramentos, 2001.
- BRASIL**. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. 2014b. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm>>. Acesso em: 04.abr.2019.
- BRASIL**. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução Nº54 de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.cnrh.gov.br/reuso-de-agua-recursos-hidricos/37-resolucao-n-54-de-28-de-novembro-de-2005/file>>. Acesso em: 16 de março de 2019.
- BRASIL**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 430 de 13 de maio de 2011. Estabelece condições e padrões para lançamentos de efluentes. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 12.set.2018.
- BRASIL**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 357 de 17 de maio de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 12.set.2018.
- CARVALHO, N. L. **Reutilização de águas residuárias**. REMOA, Passo Fundo, Volume 14, nº2, março 2014, p.3164-3171. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/12585/pdf>>. Acesso em: 15.mar.2018.
- CAVALCANTE, K. D. B. **O uso de águas residuárias e as vantagens de sua aplicação na agricultura**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, 2015. Disponível em: < <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/7154/1/PDF%20-%20Karla%20Danielle%20Bizerra%20Cavalcante.pdf>>. Acesso em: 04.abr.2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB)**. Reúso de água. 2019. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 30.mar.2019.
- CUNHA, A. H. N. **O reúso de água no brasil: a importância da reutilização de água no país**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 p. 1225 à 1248. Disponível em <http://www.conhecer.org.br/en_ciclop/2011b/ciencias%20amb%20ientais/o%20reuso.pdf>. Acesso em: 23.jan.2019.
- HESPANHOL, I. Água e Saneamento Básico. In: REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. Águas Doces do Brasil – Capital Ecológica, Uso e Conservação. 1. ed. São Paulo: Escritura Editora, 1999.
- LACY, William J. **The closed-loop cycle for industrial wastewater: The future pollution solution**. Environment International, v. 2, n. 1, p.3-8, 1979. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0160412079900862>>. Acesso em: 15.jan.2019.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H.F.,(editores). **Reúso de Água**. Barueri, São Paulo.: Manole, 2003.
- MARQUES, C. T.; GOMES, B. M.F.; BRANDLI, L.L. **Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade**. Porto Alegre, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000400079#B23>. Acesso em: 28.mai.2019.

MORUZZI, R. B. **Reúso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: Impactos, tecnologias e desafios**. OLAM – Ciência&tecnologia, Rio Claro, Ano VIII, Volume 8, nº3, jul/dez 2008, p.293. Disponível em: < <http://197.249.65.74:8080/biblioteca/bitstream/123456789/584/1/reuso.pdf>>. Acesso em: 11.fev.2019.

OHNUMA, D. K. **Reduzindo custos e riscos com a sustentabilidade em canteiros de obras** – Palestra Concrete Show – South American Brazil. São Paulo, 2017.

PAULA, H. M. **Uso de Suspensões Preparadas com Sementes de Moringa Oleifera Associada a Coagulantes Químicos no Tratamento da Água Residuária de Usinas de Concreto** – Tese de Doutorado – UNICAMP. Campinas, 2014.

SABESP. Norma Técnica Interna Sólidos ensaio. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts013.pdf>>. Acesso em: 30.mar.2019.

SEALEY, B.J; PHILLIPS, P.S; HILL, G.J. Waste management issues for the UK readymixed concrete industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 32, n. 3-4, p321-331, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344901000696>>. Acesso em: 15.jan.2019.

SILVA, R. R.; VIOLIN, R. Y. T. **Gestão da Água em Canteiros de Obras de Construção Civil**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7., Maringá, 2013. Maringá. Anais... Maringá: EPCC, 2013.

Guia da Sustentabilidade na Construção. Sindicato da Construção Civil do Rio Grande do Sul (SINDUSCON / RS), 2013.

SU, N; MIAO, B; LIU, F. Effect of wash water and underground water on properties of concrete. **Cement and Concrete Research**, v. 32, n. 5, p. 777-782, 2002. Disponível

em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884601007621>>. Acesso em: 15.jan.2019.

THOMÉ, Brenda B. **5 selos de sustentabilidade que agregam valor às suas obras**. 2016. <Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>> Acesso em:04. abr.2019.

TOSETTO, Mariana de Salles et al. **Tratamento terciário de esgoto sanitário para fins de reúso urbano**. 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, v.1, 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

ZEULE, Ludimilla de O.; SERRA, Sheyla M. B **Práticas e avaliação da sustentabilidade nos canteiros de obras**, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).2014. Disponível em: < <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4704>>. Acesso em: 28.mai.2019.

