

**ESTUDO SOBRE O TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE CONCRETO EM
LABORATÓRIO DE ENSINO**

Thamiris Fernandes Pereira (*), Andréia Boechat Delatorre, Luiz Gomes Ferreira Junior, Thiago de Freitas Almeida, Cristiane de Jesus Aguiar

Universidade Estácio de Sá, Campus Macaé/RJ. andreiadeltorre@hotmail.com

RESUMO

A geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos é uma realidade brasileira, independente de qual seja a fonte geradora e o quantitativo final. Isso justifica a criação e o aprimoramento de leis relacionadas a este assunto, com o intuito de enfrentar as dificuldades principalmente na área de manejo e descarte final correto. Os resíduos de Construção Civil (RCC) ou de Construção e Demolição (RCD) são um dos potenciais problemas referentes a este assunto, devido à dificuldade de destinação e conhecimento. Os laboratórios de Construção Civil das Universidades que tem entre seus cursos a Engenharia Civil são considerados geradores potenciais do tipo de resíduo citado, visto que, é de praxe estes possuem betoneiras e tanques de lavagem para blocos de concreto. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo propor uma alternativa para a minimização dos impactos ambientais causados pela geração de água residuária da preparação do concreto em laboratório de ensino. Para tanto, foi elaborado um projeto de adequação que atenda às normas legais e ambientais para o tratamento desse resíduo. A pesquisa foi realizada por meio de cálculos de dimensionamento e o estudo da drenagem local permitiu avaliar qual o melhor posicionamento do decantador primário. O volume/semana ficou estimado em torno de 24 kg e a declividade encontrada é de 1% da unidade até a rede de drenagem. As análises detalhadas apontaram presença considerável de sólido, o que torna indispensável um tratamento físico preliminar, isto é, a instalação de uma caixa de passagem com gradeamento. Esse estudo se apresenta uma solução técnica viável e de grande potencial de crescimento, pois comprova que a adequação dos requisitos legais podem ser atendidos sem que haja custos elevados para as Instituições de ensino, além de se apresentar como uma ferramenta de ensino após a implementação.

PALAVRAS-CHAVE: laboratório, efluentes, tratamento de Resíduos, destinação final, água residuária.

ABSTRACT

The generation of solid waste and liquid effluents is a Brazilian reality, regardless of the generating source and the final quantitative. This justifies the creation and improvement of laws related to this subject, with the purpose of facing the difficulties mainly in the area of handling and correct final disposal. Construction (RCC) or Construction and Demolition (RCC) waste is one of the potential problems related to this issue, due to the difficulty of disposal and knowledge. The Laboratories of Civil Construction of the Universities that have among their Civil Engineering courses are considered potential generators of the type of mentioned waste, since, it is usual these have concrete mixers and tanks for concrete blocks. Therefore, this work had the objective of proposing an alternative for minimizing the environmental impacts caused by the generation of wastewater from the concrete preparation in the teaching laboratory. For that, a project of adequacy was elaborated that meets the legal and environmental standards for the treatment of this residue. The research was carried out by means of sizing calculations and the study of local drainage allowed to evaluate the best positioning of the primary settler. The volume / week was estimated around 24 kg and the slope found is 1% of the unit to the drainage network. The detailed analyzes indicated a considerable presence of solid, which makes a preliminary physical treatment indispensable, that is to say, the installation of a passage box with railing. This study presents a feasible technical solution with great potential for growth, as it proves that the adequacy of legal requirements can be met without high costs for educational institutions, besides presenting as a teaching tool after implementation.

KEYWORDS: laboratory, effluents, waste treatment, final destination, wastewater.

INTRODUÇÃO

O Brasil atravessa uma fase de substituição dos processos do concreto preparado manualmente em obra, pelo dosado em central, o que representa um progresso para a construção civil, visto que, os serviços oferecidos pelas centrais dosadoras podem proporcionar vantagens como: aumento da velocidade das obras, diminuição das perdas dos materiais constituintes do concreto, qualidade e durabilidade das obras (SOUZA, 2007).

Contudo, a produção do concreto, em geral, afeta o meio ambiente, pois demanda grande quantidade de recursos naturais, produz poluição sonora, contamina o ar através da emissão de partículas e gera quantidades consideráveis de resíduos.



Para Sealey et al. (2001), Paolini e Khurana (1998) e Chini e Mbwambo (1996), são três as principais fontes geradoras de produtos residuais na produção de concreto: a lavagem interna do balão das betoneira, a lavagem do pátio da central dosadora e a sobra do concreto fresconão utilizado.

Através de uma estimativa realizada por Repette (2005), mesmo após o descarregamento, uma betoneira com capacidade de 0,5 m³ continua com cerca de 4 litros de concreto aderido às paredes e lâminas do misturador, sob o risco de endurecer, implicando em danos ao equipamento. Por isso, é prática comum, pelo menos uma vez ao dia, a lavagem interna da betoneira para a remoção do material, operação que demanda de 30 a 60 litros de água por lavagem. Isto desperta a atenção para duas preocupações principais: o alto consumo de água e a destinação do resíduo da lavagem.

Os autores Su, Miao e Liu (2002) destacaram que a água residual do concreto apresenta elevados valores de pH, entre 11 e 12 e, conseqüentemente, alta alcalinidade pela presença de hidróxidos e carbonatos, além de elevado teor de sólidos. Essas características fazem com que seja necessário tratar a água residual, antes da disposição final, seja na água ou solo. Vale ressaltar que esta modificação no pH da água pode ocasionar a morte de peixes, além da contaminação do lençol freático, se dispensada de maneira incorreta no meio ambiente.

Preocupada com o risco de escassez de água doce no mundo, desde 2002 a Organização das Nações Unidas (ONU) alerta os países para este grave problema. Por isso, anunciou o ano de 2003 como o Ano Internacional da Água Doce, quando foram realizados diversos debates em vários países do mundo sobre o assunto. Este quadro de escassez tende a ser agravado se o nível de poluição continuar progredindo no ritmo atual. Esta preocupação é compreensível, visto que, apesar da grande quantidade de água no planeta, menos de 3% é água potável, dos quais mais de 90% estão congeladas (PAULA, et al., 2014).

A política nacional de resíduos sólidos brasileira, instituída pela lei. 12305 (BRASIL, 2010), define que sempre que líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível, deve-se adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais.

Já a Resolução CONAMA nº 448 (BRASIL, 2012) estabelece no parágrafo 1º que os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Assim, é necessário atender à Resolução CONAMA nº 430 (BRASIL, 2011), que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos receptores. O artigo 2º da referida resolução estabelece que a disposição de efluentes no solo, mesmo após o tratamento, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta resolução, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas. No caso de reuso da água residual do concreto, a necessidade e o tipo de tratamento dependem da atividade a ser realizada com a água tratada, normalmente considerado o abastecimento de água não potável.

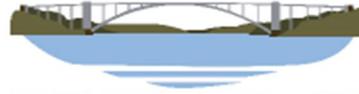
Considerando todo o que foi exposto, é real a preocupação que devemos ter ao avaliar a qualidade da água residual que está sendo despejada no esgoto público.

METODOLOGIA

O instrumento de pesquisa utilizado para a abordagem do problema se apresenta como uma pesquisa qualitativa, embora a ferramenta usada seja o levantamento de dados numéricos e uma análise de tendência de resultados, fez-se uma interpretação do ambiente e suas relações externas, assim como percepções dos processos e do meio onde o pesquisador é o instrumento chave (ASSUMÇÃO, 2008b; DELATORRE *et al.*, 2018). O estudo foi realizado na Universidade Estácio de Sá – Campus Macaé – RJ, com 30 mil metros quadrados e com base de alunos com 4.250 alunos distribuídos em 17 cursos de graduação. A Instituição possui 14 laboratórios em funcionamento, dos quais 04 são específicos das Engenharias, 03 são dos cursos de enfermagem, 01 de Civil, 03 de informática e 03 são de física. Dentre os laboratórios que apresentam a geração de resíduos com potencial poder poluente, se encontra o laboratório de construção civil, ao qual foi estudado nesse trabalho. Para tanto, foi realizado um levantamento quali/quantitativo a fim de saber quais os resíduos gerados e em que quantidade.

Coleta de dados

Para o desenvolvimento inicial, foram necessárias algumas visitas ao laboratório de engenharia civil, que fica localizado no bloco E do Campus. O estudo da área foi realizado de modo que o sistema de drenagem já existente fosse aproveitado, minimizando assim os custos de elaboração da mini estação de tratamento da água residuária do processo da preparação do concreto, advindo da lavagem da betoneira e dos corpos de prova realizado no tanque de lavagem. O estudo da área e da drenagem local permitiu escolher o melhor posicionamento para implementação dessa estação de tratamento. Além do estudo de localização, foi necessário a realização de equações para calcular o volume máximo de geração, estimando assim a capacidade de tratamento. Foi necessário o equacionamento da área total para os decantadores (ATD), o tempo de Detenção Hidráulico (TDH) e o volume máximo dia (VMáx.), além dos cálculos de apoio, tais como: área do círculo, diâmetro e diferença entre ATD Real e ATD Prevista. Esses dados numéricos se fazem importante para a definição do tipo de tratamento necessário, visto que para a definição do mesmo, é necessário o conhecimento do tipo de água residuária e do volume total gerado.



Isso porque o tratamento de águas residuárias costuma ser dividido em preliminar, primário e secundário, segundo o grau de tratamento imposto. No tratamento preliminar, remove-se os sólidos mais grosseiros, por meio de grades com malha convenientemente calculadas. No tratamento primário são removidos os passíveis de sedimentação. Já no secundário predominam a remoção por ação de microrganismos (MATOS *et al.*, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tanques de sedimentação ou de decantação têm função de reter o material sólido durante o percurso da água pela estrutura hidráulica, sendo a capacidade determinada segundo a vazão de água residual a ser tratada, que foi estimada de acordo com uso da betoneira e do tanque de lavagem. O cálculo da área total estimada para os decantadores (Equação 1) foi realizado de maneira a atender todo o efluente gerado.

$$A_{TD} = \frac{V_{M\acute{a}x.}}{qA} \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo: A_{TD} = Área Total dos Decantadores (m^2); $V_{M\acute{a}x.}$ = Volume máximo (m^3 /dia) e qA = Taxa de Escoamento Superficial ($m^3/m^2.dia$)

Considera-se que o tanque de lavagem possui capacidade máxima de 217 Litros. Afirma-se que toda água utilizada no tanque de lavagem seguirá para estação de tratamento e este valor aproximadamente gira em torno de 200 litros de água. Aa Equação abaixo mostra o valor encontrado para utilização de volume máximo por dia:

$$\text{Vol. M\acute{a}x. dia} = \text{Vol. Lavagem da Betoneira} + \text{Vol. DeUso do Tanque de Lavagem}$$

$$\text{Vol. m\acute{a}x dia} = 120 \text{ L} + 200 \text{ L}$$

$$\text{Vol. m\acute{a}x dia} = 320 \text{ L ou } 0,32 \text{ m}^3$$

Para organização do cálculo conforme Equação 1, foram utilizados: O volume máximo encontrado de $0,32 \text{ m}^3$ /dia, e a taxa de aplicação (qA) estimada que foi de $20 \text{ m}^3/m^2.dia$, por se tratar de um decantador de baixa taxa, devido a geração do efluente ser pequena e não constante. Logo o cálculo se organiza da seguinte forma:

$$A_{TD} = \frac{0,32 \text{ m}^3/\text{dia}}{20 \text{ m}^3/m^2.dia}$$

$$A_{TD} = 0,016 \text{ m}^2$$

O valor acima é o demandado como área total do decantador, porém, devido a questões estratégicas e a nível de reutilização de materiais, o ideal é a adoção de um reservatório de polietileno de 500L como unidade de decantação. Portanto, torna-se necessário o cálculo que determina a área da unidade escolhida.

$$A = n. R^2$$

Onde: A = Área (m^2); $\pi = 3,14$; R = Raio (m)

Um reservatório de polietileno de 500L de marca comum no mercado possui dimensões padronizadas que foram utilizadas para o cálculo da área da caixa

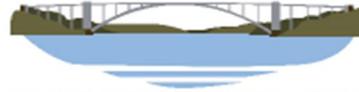
$$D = 2R$$

Sendo: D = Diâmetro (m) e R = Raio (m)

Logo, nesta situação tem-se: $1,22 \text{ m} = 2R$, sendo $R = 0,61 \text{ m}$

A partir disso, é possível chegar ao total de área demandada pelo reservatório que será utilizada como decantador primário, conforme a Equação abaixo:

$$A = n. R^2$$



$$A = n \cdot 0,612$$

$$A = 1,17 \text{ m}^2$$

É possível perceber que, a área encontrada utilizando os valores estimados para cálculo é diferente do valor a ser efetivamente ocupado pelo reservatório proposto, conforme Equação abaixo.

$$\text{Diferença ATDs} = \text{ATD (Real)} - \text{ATD (Estimada)}$$

$$\text{Diferença ATDs} = 1,17 \text{ m}^2 - 0,016 \text{ m}^2$$

$$\text{Diferença ATDs} = 1,15 \text{ m}^2$$

Diante do valor de área encontrada para o decantador é possível calcular a Taxa de Escoamento Superficial ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$) (qA) real do efluente. Utilizando novamente a Equação 1:

$$\text{ATD} = \frac{V_{\text{Máx.}}}{qA} \quad \text{Eq. 1}$$

$$1,17 \text{ m}^2 = \frac{0,32 \text{ m}^3/\text{dia}}{qA}$$

$$qA = \frac{0,32 \text{ m}^3/\text{dia}}{1,17 \text{ m}^2}$$

$$qA = 0,27 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

Com relação ao Tempo de Detenção Hidráulica a Equação abaixo traz uma das fórmulas possíveis para que se encontre o tempo médio (geralmente expresso em dias) em que os despejos líquidos permanecem na unidade ou sistema:

$$\text{TDH} = \frac{\text{Volume do Decantador}}{\text{Vazão Média Diária}}$$

Onde: TDH = Dia; volume do Decantador = m^3 e Vazão Média Diária = (m^3/dia)

Para o volume do decantador tem-se 500L, convertidos a m^3 chega-se ao valor de 0,5. Para a vazão média diária, mantém-se o valor de $0,32 \text{ m}^3/\text{dia}$ estipulado para desenvolvimento de todo trabalho:

$$\text{TDH} = \frac{0,5 \text{ m}^3}{0,32 \text{ m}^3/\text{dia}}$$

$$\text{TDH} = 1,6 \text{ dias}$$

Analisando o resultado acima, conclui-se que o tempo de detenção hidráulica para o volume gerado na área gerada foi de 1,6 dias. Mas, mesmo assim, pela natureza do efluente e resíduo é possível mantê-lo por até uma semana no Decantador, onde aguardará a limpeza, facilitando inclusive para que isso aconteça de forma prevista e organizada. Sendo assim, A taxa de sólidos deve ser calculado, conforme equação abaixo, para garantir a qualidade no tratamento.

$$\text{Taxa de sólidos} = \frac{\text{Material residual sólido (kg)}}{\text{Quantidade de água utilizada (L)}}$$

$$\text{Taxa de sólidos} = \frac{0,586 \text{ kg}}{40 \text{ L}}$$

$$\text{Taxa de sólidos} = 0,01465 \text{ kg/L}$$

O ensaio realizado permite afirmar que para cada litro d'água recebido na unidade de decantação haverá, aproximadamente, o de 15 g/L de sólidos. A Tabela 1 traz os parâmetros de análise, aproximado, considerando Período x Litro x Taxa de Sólidos.

Tabela 1: Período X Quantidade de Litros d'água X Quantidade de Sólidos



Período	Quant. de Litros d' água (L)	Quant. De Sólidos (Kg)
1 dia	320	4,8
1 semana (5 diasúteis) *	1600	24
1 mês (22 diasúteis) *	7040	105,6
1 ano (264 diasúteis) *	84480	1267,2

* Os valores podem sofrer variações devido a feriados ou a não realização de aulas.

Com essas informações é possível saber a quantidade de sólidos que serão recebidos para cada litro d'água recebido na unidade de decantação. Em casos onde há presença considerável de sólido, torna-se indispensável a presença de tratamento físico preliminar, isto é, a instalação de uma caixa de passagem com gradeamento. Esse sistema permite a retenção de partículas maiores que possam vir a entrar no sistema tratamento.

Mesmo com opções de tratamento disponíveis, apenas uma pequena parcela Instituições de ensino, que possuem laboratório de construção civil, descartam adequadamente seus resíduos. A maioria, por gerar em pequenas quantidades esse resíduo líquido, acaba por descartar direto no solo, ou em galerias pluviais, sem se importar com a disposição final com as normas ambientais vigentes, acarretando graves danos ambientais Segundo Matos et al., (2001) Devido aos graves problemas que as águas residuárias podem trazer para o meio ambiente, o seu tratamento de forma econômica, se faz necessário antes da disposição no solo ou de seu lançamento direto em cursos d'água.

Em seus estudos, Su *et al.*, (2002) destacaram que a água residuária do concreto apresenta elevados valores de pH, entre 11 e 12 e, conseqüentemente, alta alcalinidade pela presença de hidróxidos e carbonatos, além de elevado teor de sólidos. Essas características fazem com que seja necessário tratar a água residuária, antes da disposição final, seja na água ou solo. Essa elevação de pH, normalmente se dá em estações de tratamento que recebem vazão alta e contínuo, nos casos onde a vazão é intermitente o tempo de residência do resíduo acaba ficando dentro do estipulado nas normas de descarte (CONAMA). Se identificado valores fora do padrão é possível fazer a correção do pH instaurando um novo tanque a estação no intuito de prover o tratamento secundário.

Por outro lado, UCKER *et al.*, (2013) em seu trabalho afirma que com a baixa vazão na Empresa estudada, faz-se necessário apenas um decantador para o tratamento dos resíduos líquidos de uma concreteira, o qual foi dimensionado a partir da velocidade de sedimentação das partículas. Segundo os dados reportados nesse trabalho, foram instalados dois decantadores que trabalham num sistema conjunto. Assim, em dias de limpeza não há a necessidade de para o sistema de tratamento. Esses resultados corroboram a pesquisa que está sendo desenvolvida, visto que no sistema estudo para ser implantado na Instituição de ensino, também se mostrou necessário apenas um tratamento primário. TSIMAS e ZERVAKI (2011) corroboram dizendo que o modelo das bacias de decantações e cisternas, caracteriza um modo de uso simples, de baixo custo de implantação e manutenção e atende aos requisitos ambientais.

Mesmo que a geração de resíduo seja em escala pequena, é possível aplicar algumas estratégias para reduzir a quantidade de resíduos e diminuir os danos ao meio ambiente (JOHN e ANGULO, 2003; MALAGUTI, 2016). Sendo assim, a elaboração de um projeto que reúna soluções aplicáveis, sustentáveis e eficazes torna-se cada vez mais desafiador frente ao atual cenário de degradação ambiental que o mundo está presenciando. Percebe-se que é imprescindível que as Universidades comecem a se comportar como Unidades Geradoras de Resíduos e busquem respostas as possíveis conseqüências que os mesmos têm potencial de causar. Segundo Delatorre *et al.*, (2018), nas últimas décadas a conscientização ambiental vem se tornando uma ação eficaz que vem ganhando espaço, principalmente nas Instituições de Ensino Superior (IES), que vem buscando a aplicação de compromissos e responsabilidades com a questão ambiental. Assumção (2008) corrobora dizendo que as IES, mais do que todas as outras organizações, devem estar empenhadas na elaboração desses programas, visto que, promovem o conhecimento e fornecimento de informações que devem agrupar na educação e conscientização, dentro e fora de sala, práticas de sustentabilidade.

O tema sustentabilidade deve se tornar senso comum para elaboração de estudos e trabalhos futuros que visem adequar sistemas, processos ou construções frente às normas ambientais. No intuito de dar uma forma dinâmica e interativa ao projeto torna-se necessário que este seja conhecido pela comunidade acadêmica, que poderá inclusive participar com sugestões pessoais. Embora não exista exigências normativas, faz-se necessário a elaboração de um Procedimento de Execução para a padronização do processo e estabelecimento de recomendações de segurança do trabalhador, em função da possível exposição a agentes prejudiciais à saúde, como por exemplo, a sílica.

CONCLUSÃO

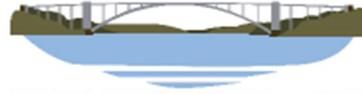
O trabalho permite concluir que há a necessidade de melhoria no sistema de descarte do efluente da lavagem tanto da betoneira, quanto do tanque de lavagem estudada. O despejo incorreto desse efluente, mesmo que em volume pequeno, trazem sérios riscos ao ambiente local, tais como: Contaminação do solo, subsolo, lençol freático e água, empobrecimento



do solo e poluição visual. Sendo assim, o estudo de caso apresentado pode ser considerado como uma proposta de adequação a Universidade Estácio de Sá – Campus Macaé, identifica a necessidade de tratar e destinar o efluente líquido e sólido gerado no processo de lavagem da Betoneira no Laboratório de Construção Civil e apresenta uma solução de fácil implementação, baixo custo de manutenção e eficiência, além de evitar não conformidades. Vale ressaltar que, entre as possíveis alternativas de tratamento e disposição final da água está a incorporação desta em outros processos do próprio laboratório mediante estudos específicos, apresentando-se como uma solução técnica viável e de grande potencial de crescimento, possibilitando, redução nos custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albuquerque, B. L.; Junior, G. R.; Rizzati, G.; Sarmento, J. V. S.; Tissot. **Gestão de Resíduos Sólidos na Universidade Federal de Santa Catarina: Os Programas Desenvolvidos pela Coordenadoria de Gestão Ambiental**. X Colóquio-Colóquio Internacional sobre “Gestão Universitária na América do Sul”, Mar Del Plata. P. 015-12, 2010.
2. Assunção, J. C. M. **Uma Proposta de Implantação de Gestão Ambiental no Laboratório de Análises de Solos da UFSM**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)–Santa Maria - RS, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, 203p, 2008.
3. Bittencourt, T. P. **Metodologia de elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos da UFSC campus Florianópolis**. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) –Florianópolis - SC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 116p, 2014.
4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 448. **Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução n° 307**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília. 2012.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 430. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, Complementa e altera a Resolução no 357**. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília. 2011.
6. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei N° 12.305: **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, 2010
7. Cavalcante, C. e Di Vitta, P. B. **Gerenciamento de resíduos de laboratórios didáticos do ensino médio: núcleo comum e ensino técnico**. Revista acadêmica Oswaldo cruz (versão on-line). Ano 2, n.5 outubro-dezembro, 2014.
8. Chini, A.; Mbwambo, W. J. **Environmentally friendly solutions for the disposal of the concrete wash water from ready mixed concrete operations**. CIB W89 Beijing International Conference. 21-24. 1996.
9. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes..
10. Da Silva, F.O.D. **Reaproveitamento de lamas residuais do processo de fabricação do concreto**. São Paulo, 2016. 83p. Tese (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
11. Delatorre, A. B.; Santos, L. A.; Lima, R. F. Aguiar, C. J.; Huziwarra, E. **Gerenciamento de resíduos químicos: uma proposta de implementação em laboratórios de ensino**. In: 1º Congresso Sul-americano de resíduos sólidos e sustentabilidade, Gramado, Rio Grande do Sul, 2018.
12. Farias, R. C. de C. **Diagnóstico da geração e composição dos resíduos de construção e demolição na cidade de Campina Grande - PB**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Araruna - PB, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, 56p, 2016.
13. John, V. M. e Ângulo, S. C. **Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos**. COLETÂNEA HABITARE - vol. 4. Porto Alegre, 2003.
14. Malaguti, V. Dos S. **Reuso de água e resíduos gerados pela lavagem de caminhões betoneiras: análise do efeito na resistência à compressão de concreto usinado**. Dissertação apresentada a Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
15. Matos, A. T.; LO Monaco, P. A.; Silva, J. S. Cap. 6 – **tratamento de águas residuárias**. In: SILVA, J. S. Secagem e armazenagem de Café – Tecnologia e Custos. Ed. Jard. Viçosa, MG, p. 01-60, 2001c
16. Paolini, M.; Khurana R. **Admixtures for Recycling of Waste Concrete**. Cement and Concrete Composites, v. 20, p. 221-229, 1998.
17. Paula, H. M., Ilha, M. S. O. **Qualidade da água residuária de usina de concreto para fins de aproveitamento**. IBRACON Structures and Materials Journal. v7 n°3. 2014
18. Repette, W. L. **Reciclagem de Água de Lavagem de caminhão-betoneira para produção de concreto**. Formulário para a apresentação de projeto PIBIC/CNPq – BIP/UFSC 2005/2006.
19. Sealey, B. J.; Phillips, P. S.; Hill, G. J. **Waste management issues for the UK ready-mixed concrete industry**. Resources Conservation & Recycling. 32, 321-331, 2001.
20. Souza, A. F. **Otimização do uso de aditivo estabilizador de hidratação do cimento em água de lavagem dos caminhões-betoneira para produção de concreto**. Dissertação de Mestrado. UFSC. 2007.



21. Su, Miao, B; Liu, F. **Effect of wash water and underground water on properties of concrete.** Cement and Concrete Research, v. 32, p. 777-782, 2002.
22. Ucker, F. E.; Goldfeld, A. P. F. B.; Haraguchi, M. T.; DOS Santos, F. C. V. Reis, A.; Kemerich, P. D. C. **Avaliação dos resíduos sólidos e líquidos em concreteira.** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas. Vol. 15, n. 15, 2013.