

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

**COMPARAÇÃO DAS POSSÍVEIS DESTINAÇÕES DO LODO DA ESTAÇÃO DE  
TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) NA CONSTRUÇÃO CIVIL<sup>1</sup>  
COMPARISON OF POSSIBLE DESTINATIONS OF THE WATER  
TREATMENT STATE (CTS) IN CIVIL CONSTRUCTION**

**Bruna Thaís Liesenfeld<sup>2</sup>, Andréia Balz<sup>3</sup>, Luciane Vanessa Dahmer<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Artigo produzido no Grupo de Estudos do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijuí - Santa Rosa.

<sup>2</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Unijuí - Santa Rosa/RS - Bolsista voluntária do Grupo de Estudos do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijuí - Santa Rosa - e-mail:brunaliesenfeld@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Unijuí - Santa Rosa/RS - Bolsista voluntária do Grupo de Estudos do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijuí - Santa Rosa - e-mail:bzandreaia@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Unijuí - Santa Rosa/RS - Bolsista voluntária do Grupo de Estudos do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijuí - Santa Rosa - e-mail:luci\_vanessa@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O abastecimento de água para população é fundamental e o tratamento dessa água é indispensável, entretanto, pouco se fala sobre as consequências do processo de tratamento, bem como, da destinação final dos dejetos. Estes dejetos, também conhecidos como lodo, gerados nas estações de tratamento de água (ETAs), são geralmente despejados em cursos de água, sem nenhum tipo de tratamento. Atualmente, esta prática vem sendo questionada pelos órgãos ambientais devido aos possíveis riscos à saúde e a vida aquática.

A NBR 10.004/04 estabelece que os resíduos sólidos devam ser minimizados, reutilizados e/ou reciclados, ficando proibido o despejo em corpos de água. Em busca de uma melhor qualidade ambiental precisa-se de uma destinação adequada para o lodo, sendo que o mesmo é composto de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos e produtos químicos utilizados no tratamento da água bruta. A destinação usual com menor impacto ambiental é a utilização do lodo como matéria prima ou incorporação na construção civil (GERVASONI, 2014). As principais características analisadas para a definição de viabilidade de utilização do lodo proveniente das ETAs na construção civil são: limite de liquidez, limite de plasticidade, índice de consistência, granulometria, sedimentação e massa específica. Todas as possibilidades de emprego deste resíduo dependem da viabilidade técnica, econômica e ambiental (COSTA, 2011).

Nesse sentido esse artigo buscou por meio de uma pesquisa bibliográfica, as possíveis utilizações do lodo de ETA na construção civil, assim como a viabilidade de aplicação das mesmas, por meio de comparações entre os estudos realizados pelos autores.

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

## METODOLOGIA

Atualmente soluções economicamente e ambientalmente vantajosas de utilização do lodo são grandes desafios para as empresas de saneamento. Já existem estudos de possíveis alternativas para as utilizações do lodo na construção civil, sendo elas: matéria-prima para a fabricação de tijolos e blocos cerâmicos, produção de cimento, incorporação do lodo em matriz de concreto e substituição do agregado miúdo pelo lodo nas argamassas de assentamento.

### Como incorporação no concreto

Souza (2010) utilizou do lodo da estação de tratamento da cidade de São Carlos, para desenvolver um compósito de lodo mais serragem de madeira, utilizando-o como agregado graúdo na composição do concreto. Para realização do compósito, o lodo foi previamente colocado em estufa e posteriormente moído, realizaram-se as caracterizações físicas e químicas necessárias. A serragem de madeira utilizada foi do tipo *Pinnus elliotti*. Definido o traço da mistura de lodo moído, serragem e água, de 1:6:4,5, compactou-se e moldou-se o material em formato igual ao agregado graúdo natural. Esse concreto apresentou uma consistência de  $70 \pm 10$  mm, resistência à tração por compressão diametral média igual a 1,226 Mpa e uma resistência à compressão axial média de 11,083 Mpa. Souza, concluiu que é possível a utilização do compósito como substituição total do agregado graúdo em concreto, porém é necessário reduzir e controlar a absorção de água dos grãos do compósito, que no trabalho em questão foi realizado com óleo de linhaça (SOUZA, 2010).

Em outra pesquisa o lodo de ETA foi incorporado ao concreto em teores de 3, 5, 7 e 10% de lodo em substituição ao peso do agregado miúdo. A consistência do concreto varia acentuadamente com a adição de 3% de lodo, chegando à zero aos 10%, isso deve-se ao fato do lodo ser mais fino que o agregado miúdo natural, requerendo maior teor de água para o adensamento. A resistência mecânica à compressão axial, aos 7 dias apresentou resultado superior que 20 Mpa para os traços de 3, 5 e 7%, já o traço de 10% obteve resultado muito abaixo dos demais. A absorção de água ficou em torno de 7,5%, não sendo indicado para obras onde há o contato direto com a água, podendo-se dizer que 10% de lodo no concreto é um valor limitante (HOPPEN, et. al., 2005). Reafirmando esses teores de 4 a 8%, outro autor, realizou substituições de agregado miúdo em teores de 5, 7 e 10%. Esse lodo de ETA foi retirado da cidade Tamanduá no estado do Paraná, e foi calcinado a 900°C por uma semana, para posterior caracterização do mesmo. No estado fresco houve um aumento da demanda de água em todas as porcentagens de substituição, outra observação foi a coloração do concreto que passava de acinzentada para marrom/avermelhada. Quanto a resistência mecânica a compressão axial verificou-se que o concreto com substituição de 5 e 7% desenvolveram cerca de 50 e 40% de resistência do concreto referência e o concreto com 10% foi descartado por apresentar resistência muito abaixo do esperado. A resistência à tração por compressão diametral média do concreto referência foi de 3,24 Mpa, já para o com adição de 5% de lodo foi de 2,43 Mpa e para 7% de 1,42 Mpa. Como conclusão considerou-se viável tecnicamente a aplicação do lodo de ETA como incorporação do concreto, entretanto, não economicamente viável (RAMIREZ, 2015).

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

Como incorporação na Argamassa:

Ribeiro examinou em 2012 dosagens de lodo de estação de tratamento de água, como incorporação em argamassas. Confeccionou corpos de prova nas proporções de 5, 10 e 15% em substituição ao agregado miúdo, com um traço de 1:7:2 de cimento, areia e cal respectivamente. O lodo utilizado é proveniente da cidade de Campo Mourão-PR. Para a argamassa com 15% de lodo foi necessário o acréscimo de água para ocorrer homogeneização. Em conformidade com a amostra de referência com apenas cimento, cal e areia; alcançou-se resistência à compressão axial de 2,55 Mpa e o módulo de elasticidade com uma média de aproximadamente 5 GPa. Para incorporação de 5% de lodo há pouca redução na resistência com média de 2,39 Mpa, já para amostra de 10% de substituição aprestou-se aumento na resistência, obtendo uma média de 2,98 Mpa e módulo de elasticidade de 5 GPa e a amostra de 15% resultou em uma redução significativa de ambos os fatores (RIBEIRO, 2012).

Outro estudo realizou a substituição de 5, 10 e 15% da cal hidratada pelo lodo de ETA. O lodo foi retirado da estação de tratamento de Caçapava do Sul - RS, seco em estufa e moído dentro de um moinho de bolas, para posterior realização das caracterizações necessárias. Para a argamassa ser aprovada para assentamento estrutural a resistência à tração na flexão deve ser acima de 2 Mpa e para os traços de 5, 10 e 15% de substituição encontrou-se respectivamente: 1,903; 0,630; 0,54. Já para a resistência à compressão axial quando substituído 5% de lodo, alcançou-se 4 Mpa que é satisfatório pela norma, porém, para as demais porcentagens a resistência obteve valores extremamente baixos (SANTOS, 2016).

Como incorporação no Material Cerâmico

Incorporar resíduos como matéria-prima em materiais cerâmicos é simples, em virtude da heterogeneidade das massas argilosas, esses podem atuar como plastificantes ou desplastificantes. O procedimento de introduzir o lodo de ETA em massa cerâmicas já foi realizado, mostrando por análises que estes lodos possuem mineração parecida com as argilas usadas nas cerâmicas. A incorporação dos lodos em geral piora as características físicas e tecnológicas do material cerâmico, entretanto, essa combinação pode ser usada para produzir tijolos e telhas, desde que se teste as temperaturas de queima (TEIXEIRA, et al., 2006).

O estudo de Cabral (2013), ainda demonstra a possibilidade de produção de tijolo com solo cimento e lodo de ETA incorporado. Para tal fim, ele utilizou-se de solo, o lodo de ETA da Universidade Federal de Viçosa e cimento Portland CP III-49-RS. Com as características físicas determinadas, foi perceptível que o lodo apresenta composição predominantemente fina (65% passante na peneira 200) e limites de consistência (limite de liquidez e limite de plasticidade) elevados, devido a esses fatores, só pode ser incorporado em porções controladas para não comprometer a qualidade dos tijolos de solo-cimento.

Como incorporação na Pavimentação

Delgado (2016) estudou a utilização do lodo como sub-base do pavimento com a menor alteração

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

possível do resíduo para evitar gastos e viabilizar sua aplicação. Utilizando o lodo de ETA proveniente da estação de Guandu - XX, misturando-o com três materiais diferentes: pó de pedra, solo arenoso e solo argiloso. Sendo, a partir desse estudo, verificar que para a aplicação do lodo em pavimentação é necessário o processo de desidratação. Ainda, a adição do solo argiloso e arenoso não trouxe nenhuma melhoria e prejudicou seu comportamento resiliente. Já com o pó de pedra, houve aumento das propriedades mecânicas, sendo esse aumento proporcionado devido a estabilização granulométrica do pó de pedra com o material.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para utilização do lodo como agregado graúdo houve uma redução da resistência mecânica, e uma consistência de  $70 \pm 10$  mm necessitando de uma etapa a mais, para controlar a absorção de água dos grãos, mas avaliando ambientalmente de forma viável. Em incorporação ao agregado miúdo, percebe-se que há um limite quanto a substituição, tornando-se mais vantajoso a utilização de 4 a 8%, ou seja, resistências superiores a 27 Mpa aos 28 dias. Tais valores são promissores para a utilização desse concreto, tendo viabilidade técnica e econômica.

Na argamassa também se pesquisou teste de substituição parcial do agregado miúdo, percebendo então, que a concentração de 15% de lodo na argamassa é tecnicamente inviável e a melhor dose foi de 10%, apresentando resistência à compressão superior a amostra de referência. A substituição de cal por lodo é a mais intrigante, pois, percebe-se que com 5% alcança-se 100% a mais que a requerida por normal.

Quanto a utilização do lodo em materiais cerâmicos deve haver maior cuidado na temperatura de queima. O aproveitamento para fabricação de tijolos de solo-cimento é outro exemplo de uma aplicação simples, mas que é necessário o estudo e caracterização do lodo de ETA antes do emprego direto. Como sub-base do pavimento a composição só é viável, quando misturada ao pó de pedra, devido a melhoria das propriedades mecânicas. Já, na aplicação no concreto percebe-se que, está atrelada diretamente com a segurança do usuário, necessitando-se de maior estudo para o seu preparo, mesmo quando tradicional, então com a adição de um resíduo o cuidado deve ser ainda maior.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Posterior aos fatos levantados, houve a possibilidade de descobrir diversas promessas de aplicações para o lodo de estação de tratamento de água. Conhecer a destinação usual desse resíduo também contribuiu para o crescimento do interesse em destinar esse resíduo de forma ambientalmente vantajosa. Pois, na tendência em que se vive, em qual, evoluir tecnicamente a construção civil é também diminuir os impactos ambientais.

Com todas essas alternativas de possíveis reaproveitamentos do lodo de ETA na construção civil, a aplicação usual já não deveria mais ser a do curso hídrico, entretanto, a escolha é feita apenas

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

considerando a redução de custos. Assim, espera-se que futuramente as soluções ambientalmente vantajosas sejam priorizadas. Ainda, a escolha de uma melhor alternativa depende das peculiaridades de cada material.

Palavras-chave: incorporações, concreto, material cerâmico, argamassa, pavimentação.

Keywords: incorporation, concrete, ceramic material, mortar, paving.

**REFERÊNCIAS:**

CABRAL, Vivian Ane Lopes. Avaliação da Incorporação do Lodo de ETA UFV na Manufatura de Tijolos de Solo-Cimento. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

DELGADO, Jessica Vannesa Colmenares. Avaliação da Aplicação do Lodo da ETA Guandu na Pavimentação como Disposição Final Ambientalmente Adequada. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

HOPPEN, C., PORTELLA, K.F., JOUKOSKI, A., TRINDAD, M. E. ANDREOLI, C. V. Uso de lodo de estação de tratamento de água centrifugado em matriz de concreto de cimento portland para reduzir o impacto ambiental. Quím. Nova vol. 29 n.º 1 São Paulo Jan./Feb. 2005.

RAMIREZ, Kleber Gomes. Viabilidade do Aproveitamento de Resíduo de Estação de Tratamento de Água (ETA) Na Confecção de Concretos. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

RIBEIRO, Rodolfo Faquini. Estudo de Dosagem de Lodo de ETA em Argamassa. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

SANTOS, Fernanda Pasini dos. Estudo da Incorporação do Lodo de ETA Em Argamassa. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sula, 2016.

SOUZA, Francis Rodrigues de Souza. Compósito de Lodo de Estação de Tratamento de Água e Serragem de Madeira para Uso Como Agregado Graúdo em Concreto. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2010.

SOUZA, Francis Rodrigues de. Compósito de Lodo de Estação de Tratamento de Água e Serragem de Madeira para o Uso Como Agregado Graúdo no Concreto. Tese de Doutorado (Ciência e Engenharia dos Materiais), Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

TEIXEIRA, S. R.; SOUZA, N. R; SOUZA, N. R.; ALÉSSIO, P.; SANTO, G. T. A. Efeitos da Adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural. Artigo Científico, Anais Cng, Bras. Ceram, 2006.