



# REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

## REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA UTILIZADA NA LAVAGEM DE CANA DE AÇÚCAR ALIADO AO SEPARADOR SÓLIDO-LÍQUIDO PARA REMOÇÃO DE PARTICULADOS APLICADO A INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA<sup>1</sup>

NATÁLIA H. A. NASCIMENTO<sup>2</sup>, MIKE G. COELHO<sup>3</sup>, NILTON M. R. JUNIOR<sup>4</sup>,  
RODRIGO PALUCCI PANTONI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Apresentado no 7º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP: 29 de novembro a 02 de dezembro de 2016 - Matão-SP, Brasil

<sup>2</sup>Aluno do curso Técnico em Automação Industrial, Bolsista ITI-B (CNPq), Câmpus Sertãozinho, natharumi@hotmail.com

<sup>3</sup>Aluno do curso Técnico em Química, Bolsista ITI-B (CNPq), mike\_gustavo@hotmail.com

<sup>4</sup>Professor do IFSP, Câmpus Sertãozinho, Orientador da Iniciação, niltoncft@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Professor do IFSP, Câmpus Sertãozinho, Coordenador do Projeto, rpantoni@ifsp.edu.br

**RESUMO:** Nas usinas sucroalcooleiras há diversos processos desde o recebimento da cana-de-açúcar, lavagem, moagem, separação do bagaço, destilação, até a finalização dos produtos. Dentre as diferentes etapas, destaca-se o processo de lavagem da cana-de-açúcar, pela alta demanda de recurso hídricos, correspondente a cerca de 25% do consumo de água na produção, acarretando custos consideráveis para captação de água e de outorga. Assim, reutilizar água do processo de lavagem é de grande importância para aumentar a eficiência e reduzir custos de produção. A recirculação da água de lavagem da cana (ALC) requer tratamentos para manutenção da qualidade da água, como também para eliminação de partículas capazes de provocar desgaste nas bombas e tubulações, através da extração do material sólido particulado (areia, terra e outros). Este trabalho é parte do projeto de pesquisa

que visa estudar e desenvolver um separador sólido-líquido do tipo ciclone (desarenador) e tem como objetivos realizar uma revisão bibliográfica dos sistemas utilizados no tratamento da água de lavagem da cana nas indústrias, e os equipamentos e ensaios de laboratório para otimização destes tratamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** separação sólido-líquido; lavagem de cana; reciclo; sedimentação primária.

### **WATER REUSE USED IN SUGAR CANE WASHING COMBINED WITH THE SOLID - LIQUID SEPARATOR TO REMOVE PARTICULATE APPLIED TO SUGAR INDUSTRY**

**ABSTRACT:** Sugar-ethanol mills there are several processes from receipt of sugarcane, washing, grinding, bagasse separation, distillation, until the completion of the products. The sugarcane washing produces the highest demand for water resources among those processes, corresponding to about 25% of consumption in the production, causing considerable costs for water supply and grants. Reusing the water washing process is of great importance to increase efficiency and reduce production costs. The recirculation of the cane washing water requires treatment for water quality maintenance, as well as for removal of particles that can cause wear on pumps and pipes, by extracting the particulate solid material (sand, earth, etc.). This work is part of the research project, aiming to carry out a literature review of the systems used in the treatment of sugarcane wash water in industries, and equipment used in the laboratory to optimize these treatments. In this context, the research project aims to study and develop a solid-liquid separator cyclone (sand trap), to be used in applications in sugar-ethanol industry.

**KEYWORDS:** solid-liquid separation; wash of sugarcane; recycle; primary sedimentation.

### **INTRODUÇÃO**

De acordo com Rodrigues (2010), “a lavagem da cana tem como objetivo retirar terra e palhas que se acumulam junto à cana durante o processo da colheita. A terra produz desgastes adicionais de origem mecânica na moenda, sendo capaz de reduzir sua eficiência em até 1% durante uma safra, além de sobrecarregar os sistemas de limpeza do caldo”.

Para reutilizar a água de lavagem de cana, as usinas têm empregado sistemas de tratamento para extração do material sólido particulado, através de caixas de areia para remoção das partículas maiores e sedimentadores para remoção de partículas menores (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009).

Dadas as condições de vazão elevada e alta concentração de sólidos em suspensão característicos do processo, a caixa de areia e os sedimentadores apresentam grande volume e ocupam grande área. Nos períodos de entressafra, esses reservatórios podem tornar-se locais de proliferação de animais causadores de doenças como dengue e outras, podendo tornar-se uma grande ameaça.

A adoção de sistemas mais compactos de eliminação de sólidos em suspensão pode ser desejável com utilização de um hidrociclone para a separação das partículas maiores, seguido de sedimentação auxiliada por coagulação e floculação para retirada das partículas menores, também podendo-se fazer uso das técnicas de recuperação de coagulantes para redução do custo operacional. Sistemas de automação podem otimizar o funcionamento, proporcionando operabilidade e redução de custos.

Este trabalho desenvolve uma análise no processo de sedimentação, através de ensaios em jarreste, visando aplicações em sistemas de tratamento de água de lavagem de cana.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa “Separador sólido-líquido para remoção de particulados aplicado a indústria sucroalcooleira”, que busca o desenvolvimento e ensaio experimental de um protótipo (piloto) de um separador sólido-líquido (desarenador) para remoção de particulados do caldo de cana, visando suprimir a etapa de lavagem da cana (que precede a moagem). Tal processo visa reduzir o consumo de recursos hídricos e a redução do desgaste dos equipamentos por abrasão e conseqüente redução da necessidade e custo de manutenção de válvulas, bombas e demais acessórios das tubulações. O projeto está sendo desenvolvido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) Câmpus Sertãozinho em parceria com a empresa Inselli Engenharia & Ciência Aplicada, tendo apoio da empresa Cobra Equipamentos Industriais e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Atualmente, o funcionamento dos sistemas de tratamento de água de lavagem de cana em ciclo fechado baseia-se nas medições de pH, que determinam a dosagem de cal para sua correção. A eficiência do processo de sedimentação pode ser determinada através da medição da turbidez da ALC. A vazão e a velocidade de sedimentação são os parâmetros de

dimensionamento dos sedimentadores. Para estudar a influência destes parâmetros foram realizados ensaios em jarteste, seguindo os procedimentos definidos por Di Bernardo (2004), com etapas de coagulação e floculação.

Foi preparada uma mistura de água e terra de forma a simular a água de lavagem de cana ( $ALC_{teste}$ ), sendo adicionada 120g de terra recolhida em áreas de plantio para cada 20 litros de água. Após forte agitação, efetuou-se medições de pH e turbidez. Utilizou-se o cloreto férrico como coagulante, em uma solução com concentração de 300 mg/l, e hidróxido de sódio como alcalinizante, na forma de uma solução de 211 mg/l. O volume de coagulante adicionado em cada jarro foi calculado de acordo com a equação 1:

$$D_{pq} = \frac{V_{add}}{V_{jarro}} \cdot C \quad (1)$$

Em que:

$D_{pq}$ : dosagem do produto químico resultante no jarro do equipamento

$C$ : concentração da solução preparada do produto químico (coagulante)

$V_{add}$ : volume da solução do produto químico (coagulante) adicionado

$V_{jarro}$ : volume do jarro do equipamento jar-test

O volume de alcalinizante adicionado em cada jarro foi determinado experimentalmente, para vários valores de concentração de coagulante, onde buscou-se cobrir uma faixa de pH entre 6,5 e 9,0.

Foi realizado um ensaio em jarteste de sedimentação precedida de coagulação e floculação para estudar a variação da turbidez em função do pH, para uma concentração de coagulante de 300mg/l e variando-se o pH entre 6,0 e 9,0. Os parâmetros velocidade de mistura rápida (vmr), tempo de mistura rápida (tmr), velocidade de mistura lenta (vml), tempo de mistura lenta (tml) e velocidade de sedimentação (vs) usados no ensaio (Tabela 1).

TABELA 1. Parâmetros utilizados no ensaio em jarteste: gradiente de velocidade de mistura rápida ( $v_{mr}$ ); tempo de mistura rápida ( $t_{mr}$ ); gradiente de velocidade de mistura lenta ( $v_{ml}$ ); tempo de mistura lenta ( $t_{ml}$ ) e velocidade de sedimentação ( $v_s$ ).

Concentração (mg/l)	$v_{mr}$ (rpm)	$t_{mr}$ (s)	$v_{ml}$ (rpm)	$t_{ml}$ (s)	$v_s$ (cm.min <sup>-1</sup> )
300	300	20	100	120	1,5

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do ensaio de sedimentação precedida de coagulação e floculação, realizados em jarteste, da turbidez em função do pH, estão mostrados na Figura 1.

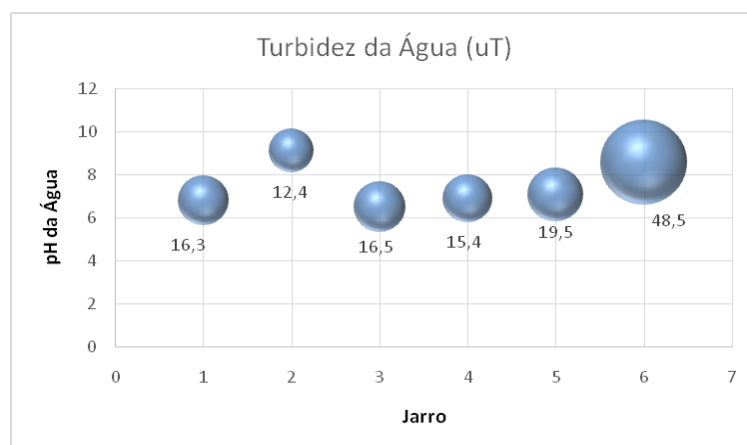


FIGURA 1. Diagrama de turbidez em função do pH da  $ALC_{teste}$  para uma concentração de cloreto férrico de 300mg/l. Turbidez inicial de 1134 uT e pH inicial de 8,17.

O diagrama mostra uma eficiência na remoção de turbidez que varia entre 96% e 99% para valores de pH entre 6,5 e 9,1. Embora não esteja mostrado no diagrama, testes mostraram que a eficiência de remoção de turbidez para valores de pH inferiores a 6,0 é muito baixa, motivo pelo qual priorizou-se os ensaios para pH acima de 6. Esses resultados também mostram a importância da correção do pH na eficiência do processo de sedimentação. Destaque para a turbidez remanescente no jarro 2, que ficou próxima do valor definido em padrões de água potável, que é 5uT.

A partir dos resultados do ensaio anterior, foi escolhido o jarro 5 por apresentar uma boa correlação entre dosagem de coagulante e turbidez, além de seu pH estar próximo a 7,0.

Os resultados obtidos no ensaio de turbidez em função do tempo de mistura rápida (mostrados na Figura 2).

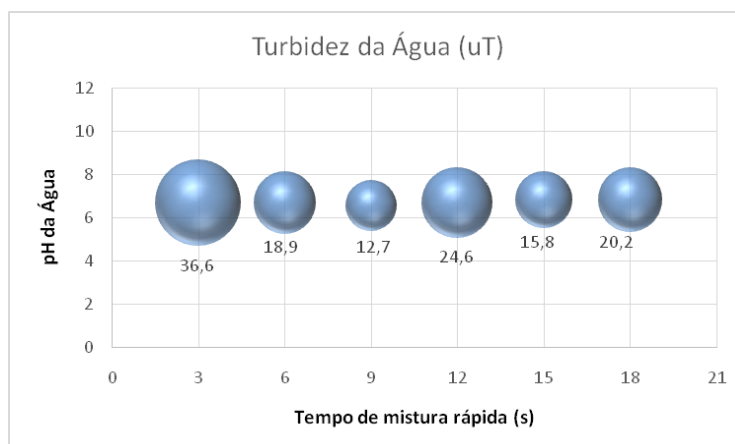


FIGURA 2. Diagrama de turbidez em função do pH e do tempo de mistura rápida, para uma concentração de cloreto férrico de 300mg/l, Turbidez inicial de 1134 uT e pH inicial de 8,17.

Os resultados mostram que a supressão da etapa de floculação levou a valores de eficiência entre 97% e 99%, não alterando a eficiência de remoção de turbidez obtida no primeiro ensaio, fato este que pode estar relacionado à elevada turbidez inicial da ALC<sub>teste</sub>. A variação dos valores de tempo de mistura rápida entre 3s e 18s levou a uma variação de apenas 2% no valor da turbidez.

## CONCLUSÕES

O processo de tratamento de ALC, com utilização de cloreto férrico como coagulante apresentou alta eficiência na remoção de turbidez. A etapa de floculação não produz efeitos significativos para os resultados finais, podendo ser suprimida. A não necessidade da etapa de floculação vai de encontro aos objetivos dessa pesquisa, pois mostra ser viável o desenvolvimento de um sistema compacto de tratamento. Os resultados dos ensaios forneceram parâmetros para o desenvolvimento de processos automatizados de dosagem de coagulante e alcalinizante, trabalhando em conjunto com um sedimentador, que poderão ser explorados em um próximo estudo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que está financiando o projeto de título “Separador sólido-líquido para remoção de particulados aplicado a indústria sucroalcooleira para redução de consumo de recursos hídricos” (processo 468373/2014-4) e as bolsas de iniciação científica.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA J. C. A **Indústria Sucroalcooleira-Energética e os Recursos Hídricos: rio Santo Antônio grande, Alagoas**, 2009. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento). Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, Ministério do Meio Ambiente. **Manual de conservação e reuso de água na agroindústria sucoenergética**. Brasília, 2009

DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de Tratamento de água**. vol. I e II. ABES – Associação Brasileira Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004.

LIMA, A. C; FERRARESI V. A. Desgaste em equipamentos da cana-de-açúcar em destilação de álcool. In: 16º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. MECÂNICA. Uberlândia, MG. 2006.

RODRIGUES, N. M. J. **Tratamento de Água de Lavagem de Cana por Coagulação, Flocculação e sedimentação**, 2010. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental), UNAERP, Ribeirão Preto, 2010.

NUNES, J. F. **Estudo da sedimentação gravitacional de suspensões flocculentas**, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.