

# DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICOS PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA COMBUSTÃO DA VINHAÇA, UTILIZANDO RESÍDUOS DO SETOR SUCROENERGÉTICO.

P. Sica<sup>1</sup>, A. S. Baptista<sup>2</sup>, F. Tonoli<sup>3</sup>, H. Beltrame<sup>4</sup>

<sup>1; 3; 4</sup> Aluno de Graduação da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (USP) – Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN)

<sup>2</sup> Professor Doutor da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (USP) – Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN)

E-mail para contato: pietros0394@gmail.com

**RESUMO** – No processo de obtenção do etanol ocorre a geração de vários resíduos, dentre eles, o principal é a vinhaça. Para da cada litro de etanol produzido são gerados de 10 a 18L de vinhaça. Este resíduo apresenta alto poder poluente. Em função disso, a CETESB, através da Norma 4.231 estabelece a necessidade de um manejo racional desse resíduo. Com isso surgiu a necessidade de novas alternativas para a gestão desse recurso, sendo que a concentração da vinhaça é uma delas. Por isso, o objetivo deste projeto é analisar a capacidade da palha deixada no campo como coadjuvante de agentes floculantes para a concentração da fração sólida da vinhaça. Os tratamentos foram realizados utilizando palha, em diferentes granulometrias e concentrações, e agentes coagulantes (Sulfato Férrico e Cloreto Férrico). A capacidade de remoção de materiais suspensos pelos diferentes tratamentos foi avaliada pela análise da turbidez. O tratamento com palha, em granulometria <0,3mm e concentração de 0,25%, combinado com 400 ppm de Sulfato Férrico foi aquele mais se destacou, apresentando a redução da turbidez em 57,96%. Conclui-se, que a palha apresenta potencial de ser utilizada como coadjuvante de tecnologia para auxiliar da remoção de colóides suspensos e dispersos na vinhaça, quando se utiliza processos centrífugos para eliminar materiais dispersos nesse resíduo. Contudo, ainda há necessidade de estudos mais detalhados para que esse processo seja otimizado.

## 1. INTRODUÇÃO:

Desde o período colonial, a cana-de-açúcar é uma das culturas mais relevantes da economia brasileira. A partir do século XIX, com a Primeira Revolução Industrial, a demanda por energia é crescente, sendo que, nas últimas décadas, aumentou a necessidade por energias provindas de fontes renováveis. No Brasil, de acordo com o Ministério de Minas e Energia, no ano de 2013 produtos provindos da cana-de-açúcar foram responsáveis por 15,4% da Matriz Energética Brasileira, ficando atrás apenas do Petróleo e seus derivados (39,2%). No setor Sucroenergético a queima do bagaço da cana e o Etanol têm grande destaque como fontes de energia renovável. Entretanto, na cadeia produtiva do etanol são gerados uma série de resíduos, dentre eles a palha da cana, que permanece no campo após a

colheita e a vinhaça, líquido com baixo pH e alta demanda química de oxigênio. Por esses motivos, o objetivo desse trabalho foi utilizar a palha remanescente no campo após a colheita da cana-de-açúcar como coadjuvante de tecnologia para auxiliar agentes flocculantes (Sulfato Férrico e Cloreto Férrico) no processo de concentração da vinhaça por centrifugação.

### **1.1. Palha do solo:**

Antes da lei nº 11.241/2002 do estado de São Paulo, era permitida a queima da cana na ocasião da pré-colheita. A partir de 2002, a queima vem sendo proibida gradativamente, devido ao impacto negativo que a fumaça resultante da combustão desse material ao meio ambiente, tendo sua proibição efetiva prevista para o ano de 2014. Com isso, há a necessidade de alternativas para transformar esse resíduo em um material de interesse econômico, como manutenção no campo para um sistema de plantio direto e queima nas caldeiras da usina, visando a geração de energia elétrica.

### **1.2. Vinhaça:**

A vinhaça é um resíduo gerado no processo de obtenção do etanol com poder poluente cem vezes maior que o do esgoto doméstico, devido à sua riqueza em matéria orgânica, baixo pH, elevada corrosividade e altos índices de demanda química de oxigênio (DQO) (Freire e Cortez, 2000). De acordo com Rosseto (1987), para cada litro de etanol produzido são gerados entre 10 e 18L de vinhaça. A partir do ano de 2006, com a Instrução Normativa N.4.231 da CETESB, que estabelece uma série de condições para a aplicação desse resíduo, vem aumentando a necessidade de novos estudos em relação ao gerenciamento da vinhaça. Esta, atualmente, tem que ser transportada para locais cada vez mais longes da usina, aumentando o custo de logística. De acordo com Camhi (1979), a concentração desse resíduo é uma boa alternativa para seu manejo. Segundo Faria (2011), a concentração da vinhaça, além de poder ser uma fonte de água para a indústria sucroenergética, diminui o volume de vinhaça a ser transportado para o campo, reduzindo custos de transporte em caminhões-tanques para a lavoura com fins de fertilização.

## **2. Objetivos:**

Os objetivos desse trabalho foram:

- utilizar a palha remanescente da colheita no campo como coadjuvante de tecnologia auxiliar de agentes flocculantes no processo de concentração da vinhaça;
- determinar a concentração ideal e a melhor granulometria da palha para a concentração da vinhaça;
- determinar a concentração ideal de agentes flocculantes na concentração da vinhaça.

## **3. Materiais e Métodos**

Os tratamentos foram realizados em quatro repetições, utilizando palha com granulometria menor que 0,3mm e nas concentrações de 0%; 0,1%; 0,25%, juntamente com agentes flocculantes (Sulfato Férrico e Cloreto Férrico) nas concentrações de 0; 50; 100; 200; 300; 400 e 500ppm, conforme pode ser visto nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Tratamentos com Sulfato Férrico.

Sulfato Férrico:		
Tratamento:	Descrição:	
	Palha (%)	Reagente (ppm)
S R1 P0	0	50
S R2 P0	0	100
S R3 P0	0	200
S R1 P1	0,1	50
S R2 P1	0,1	100
S R3 P1	0,1	200
S R4 P1	0,1	300
S R5 P1	0,1	400
S R6 P1	0,1	500
S R1 P2	0,25	50
S R2 P2	0,25	100
S R3 P2	0,25	200
S R4 P2	0,25	300
S R5 P2	0,25	400
S R6 P2	0,25	500

Tabela 2: Tratamentos com Cloreto Férrico

Cloreto Férrico:		
Tratamento:	Descrição:	
	Palha (%)	Reagente (ppm)
C R1 P0	0	50
C R2 P0	0	100
C R3 P0	0	200
C R1 P1	0,1	50
C R2 P1	0,1	100
C R3 P1	0,1	200
C R4 P1	0,1	300
C R5 P1	0,1	400
C R6 P1	0,1	500
C R1 P2	0,25	50
C R2 P2	0,25	100
C R3 P2	0,25	200
C R4 P2	0,25	300
C R5 P2	0,25	400
C R6 P2	0,25	500

Tabela 3: Tratamentos sem reagentes

Tratamento:	Descrição:	
	Palha (%)	Reagente (ppm)
R0		
P0(controle)	0	0
R0 P1	0,1	0
R0 P2	0,25	0

Tabela 3: Tratamentos sem reagentes

A palha foi homogeneizada com a vinhaça com ajuda de um liquidificador industrial e posteriormente centrifugadas a 5000 rpm por 5 minutos em Tubos de Falcon de 50 mL.



Figura 1 – Esquema do método empregado no projeto.

### 3. Resultados e Discussão:

Como pode ser visto na Tabela 4, a palha mostrou potencial como coadjuvante de agentes flocculantes no processo de concentração da vinhaça por centrifugação. A palha com granulometria menor que 0,3mm em concentração de 0,25% junto com Sulfato Férrico a 400 ppm (S R5 P2) foi o tratamento que mostrou melhor desempenho, reduzindo a turbidez em 57,96% de uma vinhaça com turbidez inicial 936 NTU, enquanto o controle negativo reduziu em apenas 42,58% a turbidez final.

Tabela 4 – Resultados da leitura de turbidimetria nas amostras analisadas

Tratamento:	Turbidez Final (NTU):
<b>R0 P0 (controle)</b>	<b>537,5 ± 7,72</b>
R0 P1	618,25 ± 18,63
R0 P2	524,75 ± 17,33
S R1 P0	497,5 ± 3,7
S R2 P0	471,25 ± 13,45
S R3 P0	441,5 ± 5,8
S R1 P1	493,25 ± 23,77
S R2 P1	457,5 ± 10,79
S R3 P1	465,75 ± 7,37
S R1 P2	492,75 ± 20,19
S R2 P2	486,5 ± 8,66
S R3 P2	454,25 ± 10,5
S R4 P2	440 ± 8,52
<b>S R5 P2</b>	<b>393,5 ± 5,92</b>
S R6 P2	413,25 ± 5,38
C R1 P0	535 ± 9,38
C R2 P0	465,5 ± 4,20
C R3 P0	440,5 ± 8,18
C R1 P1	530,5 ± 17,69
C R2 P1	495,25 ± 19,09
C R3 P1	449,5 ± 7,85
C R1 P2	510 ± 18,22
C R2 P2	461,25 ± 9,03
C R3 P2	421 ± 11,34
C R4 P2	447,5 ± 5,92
C R5 P2	434,25 ± 5,19
C R6 P2	474 ± 14,65

## 4. CONCLUSÃO

A palha remanescente no campo apresenta potencial como coadjuvante de tecnologia para auxiliar agentes flocculantes da vinhaça. Contudo, ainda há necessidade de estudos mais detalhados para que esse processo seja otimizado.

## 5. REFERÊNCIAS

FARIA, A. A. A. Concentração da Vinhaça e Reaproveitamento da Água - IV Semana de Tecnologia do Curso de Biocombustíveis da Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal, 2011

FREIRE e CORTEZ (2000), Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v11n1/v11n1a14.pdf> Acesso em 22/11/2013.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO: <http://governo-sp.jusbrasil.com.br/legislacao/129474/lei-11241-02> acesso em 12 de dezembro de 2013

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) - <https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2013.aspx>, acesso em 6 de março de 2014

ROSSETO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: Paranhos, S.B. (ed.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987, v.2, p.435-504.