

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FABIANA HILGEMBERG SOTTOMAIOR

**ESTUDO BIBLIOGRAFICO SOBRE PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES A PARTIR  
DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

CURITIBA

2017

FABIANA HILGEMBERG SOTTOMAIOR

**ESTUDO BIBLIOGRAFICO SOBRE PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES A PARTIR  
DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

Relatório Técnico Científico Final apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Gestão Ambiental, no Curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Ambiental, Setor de Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias (PECCA), da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M.Sc. Jean Carlos Padilha  
Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. M.Sc. Valéria Macedo

CURITIBA

2017

## RESUMO

Na década de 70, por incentivo do governo, as usinas sucroalcoleiras encontravam-se em fase de expansão e larga produção de açúcar e álcool para uso nacional e internacional. Em contrapartida junto aos produtos gerados nas produções, também houve e ainda há densa produção de resíduos, os quais são considerados passivos ambientais, devido ao seu alto potencial poluidor. A partir do ano de 2011, esse segmento passou a enfrentar uma das maiores crises em sua história. Muitas usinas precisaram fechar as portas, porém o problema residual continuou presente e ativo no ciclo produtivo daquelas que permaneceram em funcionamento.

Dessa forma, é importante que existam tecnologias e metodologias capazes de transformar passivos ambientais em rendimento para a usina, comunidade e para o ambiente. Com base nessa problemática, utilizando de embasamento literário, essa pesquisa traz dados de três subprodutos de açúcar e álcool, sendo eles cinza de bagaço-de-cana, torta de filtro e vinhaça, para propor uma produção de biofertilizantes que podem futuramente ser utilizados em cultivos regionais, substituindo os fertilizantes convencionais. Foram utilizados ainda, dados do “Estudo de viabilidade econômica para aproveitamento de resíduos da Usina de Jacarezinho para fabricação de base orgânica solúvel e fertilizante”, cedidos pelo Grupo Maringá, responsável pelo empreendimento da Usina de Jacarezinho. De acordo com a literatura, a possível metodologia para tal fabricação poderia se feita a partir dos resíduos os quais seriam submetidos a secagem, granulação e mistura NPK, com exceção da vinhaça, a qual seria aplicada diretamente no solo. Tal procedimento pode ser considerado uma alternativa sustentável à usina, reduzindo custos no ciclo produtivo, diminuindo riscos de contaminação ambiental e podendo ser um novo produto para a agricultura da região.

Tal processo pode ser aprimorado futuramente, experimentado em laboratório e utilizado na agricultura podendo ser uma fonte secundária de rentabilidade para a usina, cooperando para dois problemas recorrentes desse segmento, sendo eles o acúmulo residual da produção e dificuldade financeira.

**Palavras-chave:** Vinhaça, Granulação, Biofertilizantes, Torta de Filtro, Cinza de Cana-de-Açúcar.

## ABSTRACT

In the 70's, by government incentive, the sugar-alcohol plants were in the expansion phase and large production of sugar and alcohol for national and international use. In contrast to the products generated in the production, there was also and still dense waste production, which are considered environmental liabilities, due to its high polluting potential. As of 2011, this segment started to face one of the biggest crises in its history. Many mills had to close their doors, but the residual problem remained present and active in the productive cycle of those that remained in operation.

Therefore, it is important that there are technologies and methodologies capable of transforming environmental liabilities into income for the mill, community and the environment. Based on this problem, using a literary basis, this research brings data from three sugar and alcohol by-products, such as bagasse ash, filter cake and vinasse, to propose a production of biofertilizers that may be used in the future. We also used data from the "Economic feasibility study for the utilization of Jacarezinho plant for the production of soluble organic base and fertilizer", provided by the Maringá Group, responsible for the Jacarezinho Usina project. According to the literature, the possible methodology for such manufacture could be made from the residues which would be subjected to drying, granulation and NPK mixing, with the exception of vinasse, which would be applied directly to the soil. This procedure can be considered a sustainable alternative to the plant, reducing costs in the productive cycle, reducing risks of environmental contamination and being a new product for the region's agriculture.

This process can be improved in the future, experimented in the laboratory and used in agriculture and can be a secondary source of profitability for the plant, cooperating for two recurring problems of this segment, being the residual accumulation of production and financial difficulty.

**Key words:** Vinasse, Granulation, Biofertilizers, Filter Cake, Sugar cane remainings' Ashes.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
4.1	DADOS GERAIS DA USINA .....	15
4.2	CUSTOS.....	16
4.3	SECAGEM.....	17
4.4	GRANULAÇÃO.....	17
4.5	MISTURA .....	17
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria sucroalcooleira brasileira atingiu seu ápice de crescimento em meados dos anos 2000. Só no Estado do Paraná, um dos grandes polos dessa prática, haviam cerca de 30 usinas no ano de 2014, segundo Lacotiz e Muniz (2014). Essa expansão, de acordo com Fravet (2010), veio de encontro ao fato do Brasil ser o país de maior produção e exportação de açúcar refinado, bem como grande consumidor e exportador de álcool para combustível automobilístico.

A projeção de consumo de açúcar estabelecida pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP no ano de 2013 ressaltava um crescimento proporcional ao crescimento populacional. A projeção de consumo doméstico de açúcar para o ano de 2017/2018 era de mais de 10.000 t, enquanto que as exportações líquidas podem chegar a mais de 25.000 t.

A expansão das atividades desse ramo foi impulsionada ainda pelo Programa Nacional do Etanol (PROETANOL), em 1975, ano de sua criação, pelo decreto nº 76.593, o qual tinha como objetivo estimular a produção do etanol, visando atender as necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos (FRACARO, 2005). Quanto ao etanol, o crescimento do seu uso estava diretamente interligado a demanda de carros *Flex Fuel*, a qual estima-se em 87% da frota total brasileira.

As projeções para o futuro da indústria sucroalcooleira eram bastante positivas. Porém, o rumo desse segmento foi drasticamente alterado devido a distintos cenários. O fator econômico teve grande influência para tais empreendimentos, porém a produção de etanol não foi suficiente para atender o mercado interno e externo, as condições climáticas influenciaram negativamente nas safras prejudicando a produção, os brasileiros passaram a abastecer seus veículos *flex-full* apenas com gasolina devido ao valor mais acessível do galão, a descoberta do pré-sal fez com que o combustível fóssil voltasse para o foco (petróleo), ficando o etanol em segundo plano. Possivelmente a falta de planejamento foi a principal causa para uma das maiores crises já enfrentadas no setor.

Mesmo com o fechamento de muitas unidades, a produção de subprodutos por usina é um problema instalado. Infelizmente, sabe-se que as preocupações com questões ambientais não foram levadas em consideração. Á título de informação, em 2008 somente no estado de São Paulo, o setor foi multado em mais de R\$7,8

milhões, e foram cerca de 102 autuações aplicadas em 16 meses, liderando o ranking de multas aplicadas por poluição e desrespeito à legislação ambiental entre todas as áreas da indústria, de acordo com a CETESB (Companhia Tecnológica de Saneamento Ambiental). Para comparação, em segundo lugar está o setor metalúrgico que atingiu a marca de R\$4,3 milhões. (FOLHA DE SÃO PAULO, 2008).

O aumento das áreas para canaviais para a produção de etanol e açúcar corroborou para a intensificação de grandes ambientais como a degradação de ecossistemas; a poluição atmosférica causada pelas queimadas e a poluição de cursos d'água e do lençol freático causado pela aplicação excessiva da vinhaça in natura (SZMRECSÁNYI, 1994).

Essa problemática ambiental exige reflexão quanto à destinação de tais resíduos e possível aproveitamento dos mesmos para benefício não só da própria usina como de agricultores da região. Para isso deve haver uma busca por tecnologias apropriadas para promover o gerenciamento, tratamento e aproveitamento dos mesmos por parte dos usineiros e donos de canaviais (GURGEL *et. al.*, 2016). Os mesmos autores ainda complementam a ideia de que essa busca por métodos de aproveitamento dos resíduos será um fator determinante para o desenvolvimento sustentável do complexo agroindustrial sucroalcooleiro. Quando há um gerenciamento eficaz dos resíduos industriais, os riscos ambientais são diminuídos e também quando bem utilizados podem diminuir custos de produção, bem como melhorar a imagem da empresa.

A busca por soluções economicamente viáveis ocorre desde a década de 1990, como relatam Cortez *et al.* (1992), embora, muitas vezes não sendo necessariamente as melhores para todas as situações.

Dessa forma, usos comerciais foram sendo encontrados para os subprodutos, satisfazendo o problema quanto aos danos ambientais e financeiros. Rodrigues (2011) relata que alguns subprodutos das usinas possuem destinação comercial. Atualmente os resíduos sólidos possuem valor econômico, pois os resíduos da biomassa podem ser transformados em matéria prima para inúmeras atividades (SILVA *et al.*, 2011).

O bagaço de cana é capaz de gerar energia para a própria usina e até pode ser comercializado para as concessionárias de eletricidade. A sobra de fermento, proveniente do processo de fermentação alcoólica, é vendida para produção de ração animal. Barros *et al.* (2010), afirmam que a vinhaça, subproduto de muito

volume, pode ser utilizada para fertilização do solo no cultivo de cana-de- açúcar. Fravet et al. (2010) ressaltam que a torta de filtro pode ser utilizada como fonte de nutrientes para agricultura, assim como a vinhaça. Lacotiz e Muniz (2014) em sua pesquisa, concluíram que o uso da cinza, proveniente da queima da cana-de- açúcar pode agir como corretor de acidez do solo podendo ser aproveitada em solos de baixa fertilidade.

Observa-se que os subprodutos cinza, torta de filtro e vinhaça podem promover o melhoramento do solo para diversos cultivos e seu reaproveitamento acarreta benefícios financeiros à usina, bem como ambientais quanto à destinação adequada dos resíduos de grande volume produzidos em usinas sucroalcooleiras.



## 2 OBJETIVOS

Dentro do contexto supracitado conduziu-se o presente trabalho, através de um acervo de pesquisas, a fim de avaliar o uso de subprodutos da usina sucroalcooleira para o possível melhoramento do solo para cultivo de diferentes culturas.

### Objetivo geral

Analisar o uso de resíduos de usina sucroalcooleira (especificamente cinza de bagaço, vinhaça, torta de filtro) como subsídio para produção e enriquecimento de biofertilizantes granulados, com base em pesquisas já executadas sobre o tema.

### Objetivos específicos

Estudar a necessidade de tratamentos e disposição adequada de tais passivos ambientais, devido potencial poluidor dos mesmos.

Analisar uma metodologia viável para a produção do biofertilizante.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O aproveitamento agrícola dos resíduos de usinas sucroalcooleira no Brasil se constitui de forma generalizada, tanto no caso dos efluentes líquidos, principalmente a vinhaça, como também nos sólidos, como a torta de filtro (POLO et al., 1988). Os principais subprodutos da agroindústria sucroalcooleira são: o bagaço, a cinza, a torta de filtro, a vinhaça, o melaço, o óleo de fúsel, o álcool bruto e a levedura. O bagaço é o subproduto que possui grande valor econômico e utilidade energética. Já a torta de filtro, a cinza e a vinhaça, que são produzidos em larga quantidade, apresentam elevada potencialidade poluidora ao meio ambiente (PIACENTE, 2005).

A vinhaça é o produto de calda na destilação do licor de fermentação do álcool de cana-de-açúcar; é líquido residual, também conhecido, regionalmente, por restilo e vinhoto. É um resíduo potencialmente poluidor, sendo mais agressivo que o esgoto doméstico. Caracterizado por ser um líquido de odor forte, coloração marrom-escuro, baixo pH, alto teor de potássio e com alta demanda química de oxigênio (DBO), ou seja, com alta carga de matéria orgânica contida no efluente, considera-se um material de alta capacidade de contaminação ambiental (SILVA, BONO e BEREIRA, 2014). Cientificamente, quando a vinhaça é jogada em um rio o seu balanço de oxigênio se torna sempre negativo, tornando as águas do rio putrescíveis (GLÓRIA, 1976).

A utilização intensiva da vinhaça nos solos cultivados com cana-de-açúcar surgiu devido a alta produção desse subproduto a cada ciclo produtivo da usina sucroalcooleira. Estima-se mais de 150 bilhões de litros de vinhaça por safra, ou seja, cerca de 1.000 litros de efluentes por tonelada de cana-de-açúcar moída (RODELLA e FERRARI, 1977). Ou ainda, para cada litro de etanol fabricado, há a geração de mais de 10 litros de vinhaça (UNICA, 2009; FERRAZ et al., 2000). Esse resíduo, no passado, era grandemente despejado de forma inapropriada em rios, lagos ou lagoas nos arredoras da usinas.

O aproveitamento de tal subproduto pode ser feito através de ração para animais de pecuária, biogás e fertilizantes. De acordo com Gurgel (2016), na década de 1990, o uso da vinhaça passou a ser considerado fundamental, tanto para o destino do resíduo como para aumento de produtividade da lavoura de cana.

Atualmente, as empresas aproveitam quase todo o volume gerado de vinhaça em fertirrigação, dependendo da topografia e distribuição de terras da usina. Giachini e Ferraz (2009) ressaltam que o uso de vinhaça em áreas agrícolas, com ênfase em lavoura de cana, traz benefícios tanto do ponto de vista agrônomo quanto do econômico, social e ainda ambiental.

A aplicação da vinhaça em lavouras para a fertirrigação é prática adotada por diversas usinas e destilarias mais tecnológicas, havendo inúmeros estudos que comprovam os resultados positivos obtidos na produtividade agrícola associado à economia dos adubos minerais, bem como disposição correta do resíduo. Assim, o vinhoto é em seu todo utilizado como método de fertirrigação em canaviais. Os benefícios de seu uso no solo são indiscutíveis, tanto do ponto de vista agrônomo e econômico, quanto social, devido a capacidade de geração de empregos bem como mantendo rios e lagos passíveis de aproveitamento recreativo. O benefício decorrente do uso racional desse resíduo nos canaviais se dá pelo aumento da produtividade, que ocorre com mais intensidade em solos mais pobres, em regiões mais secas e com problemas de pH.

Freire et al. (1983), De Paula et al. (1992), Nascimento (2003), Bouças et al. (2009), são alguns dos autores que citam em suas pesquisas o alto valor do vinhoto como fertilizante, corretivo e condicionador do solo.

Porém Silva et al. (2007) ressaltam que o uso indiscriminado do vinhoto para fertirrigação foi constatado um efeito acumulativo de nutrientes no solo, principalmente potássio, o qual pode acarretar contaminação do lençol freático.

De acordo com Marques (2013), distribuição de tal resíduo é feita por veículo-tanque desde que se iniciou o uso do vinhoto como fertilizante. Esse sistema permite adequar a composição química do vinhoto, com a adição de fertilizantes minerais, com certo controle e uniformidade (KIEHL, 1985). Essa técnica, no entanto, não pode ser aplicada com uniformidade em distâncias acima de 15 km. Também deve haver cuidado para que a região de tráfego do caminhão não ocasione compactação do solo. Gurgel (2016) ressalta diferentes formas de aplicação de vinhaça como: tanques para áreas mais distantes, desenvolvimento de sistemas de aplicação, canais de distribuição e diversos investimentos em circuitos hidráulicos compostos de estações de bombeamento, adutoras e depósitos. Dentre os sistemas mais utilizados para a fertirrigação com vinhaça, destacam-se o já mencionado caminhão-tanque e a aplicação por aspersão ou chuveiro. Na aplicação por aspersão são

utilizados o sistema de montagem direta (motobomba e aspersor canhão, sobre chassi com rodas) e autopropelido com carretel enrolador, podendo ser alimentado a partir de caminhões ou diretamente de canais. Esse sistema é semimecanizado, usando menos mão de obra que a montagem direta, mas com maior consumo de combustível. A condução da vinhaça até a lavoura por meio de canais depende da topografia do terreno. Caso a topografia não seja favorável, o transporte é feito por veículos-tanque (GURGEL, 2016).

A torta de filtro é um subproduto do processamento industrial da cana-de-açúcar, proveniente da filtração do caldo extraído das moendas no filtro rotativo. Sua composição varia conforme a variedade da cana, tipo de solo, maturação da cana, processo de clarificação do caldo e outros (ALMEIDA, 1944). Por tonelada de cana moída, tem-se por volta de 30 a 40 kg de torta de filtro (ROSSETTO et al., 1978), ou ainda produzido na proporção de 1% a 4 % do peso da cana moída, a qual possui 85% da sua composição, constituída de cálcio, nitrogênio e potássio.

Os componentes orgânicos presentes na torta de filtro trazem benefícios quando aplicada na plantação como fertilizante, os minerais ficam menos sujeitos a lixiviação, aumento da capacidade de troca catiônica dos solos onde a torta foi aplicada, a capacidade de reter maiores quantidades de água e melhores condições físicas, químicas e microbiológicas para a planta (PENATTI; DONZELLI, 1991). A forma mais destinada para o uso deste subproduto é na irrigação do solo para o plantio da cana-de-açúcar ou lançamento direto na vala onde a muda será posteriormente plantada (PIACENTE, 2005). Pode ser utilizado para substituir parcialmente a adubação mineral (ORLANDO FILHO e Leme, 1984)

A torta de filtro tem sido aplicada em áreas de pré-plantio, plantio, na soqueira em superfície do solo e em áreas de viveiros de mudas de cana de açúcar (Gurgel, 2016). Por ser um material orgânico de excelente qualidade, o mesmo tem apresentado grande capacidade de retenção hídrica (PAUL, 1974). Esse resíduo, além da matéria orgânica, é rico ainda em fósforo, cálcio, nitrogênio e ferro, porém carente em potássio. Diferentemente da vinhaça. (ORLANDO FILHO e LEME, 1984; BITTENCOURT, 1980).

De acordo com a pesquisa de Castro e Godoy (1979), a torta de filtro pode ser utilizada como complemento mineral na cana-de-açúcar. O estado físico natural da torta de filtro é semelhante ao lodo. Quando úmida, a torta é considerada relativamente pobre em minerais. Naturalmente a mesma apresenta umidade ao

redor de 70% a 75%, 25% a 30% de matéria orgânica e 1 a 2% de constituintes minerais. Nesse caso, a aplicação de dosagens elevadas pode fornecer quantidades relativamente grandes de elementos minerais.

Contudo, um processo de secagem desse componente pode aumentar sua capacidade de troca cationica. Os resultados de Coleti et al., (1983) demonstram a eficiência da torta de filtro seca na fertilização da cana, obtendo resposta ao natural, sem adicionais. O mesmo autor ainda ressalta a possibilidade de substituição de fósforo, nitrogênio e potássio por torta de filtro seca. Ainda, Gloria e Mattiazo (1976) mostraram em seus resultados satisfatório, aumento do pH do solo, devido à torta ser um material alcalino.

De acordo com UDOP (2007), a utilização de torta de filtro como substituto a adubos químicos, traz benefícios financeiros, diminuindo em aproximadamente 60 dólares os gastos por hectare. Da mesma forma que a vinhaça, a torta de filtro ajuda na produtividade da cana-de- açúcar e diminuiu custos de produção, bem como dá destino ao subproduto, que durante algumas décadas era despejado em rios ocasionando aumento de DBO e até mesmo inviabilidade de utilização do mesmo.

As usinas geram cinzas a partir da queima do bagaço de cana (ALCOPAR, 2010). Porém essas cinzas geradas são fonte de macro e micronutrientes, e ainda pode ser capaz de equilibrar a acidez do solo, sendo potencialmente equivalente a meia tonelada de calcário (BRUNELLI e PISANI Jr., 2006; BRUNELLI e PISANI Jr., 2006).

Segundo Malavolta (2001), a cada 1000 kg de cana são gerados 550 kg de bagaço e 16,5 kg de cinza no processo de queima. Gurgel (2016) aponta que o subproduto é gerado pela ordem de 15 a 25 kg por tonelada de cana.

Geralmente as cinzas têm sido depositadas no solo na lavoura juntamente com a torta como fertilizante. Porém sem se considerar a observância de critérios técnicos, como um simples material de descarte (FREITAS, 2005). Brunelli e Pisani Jr. (2006) afirmam que a utilização da cinza como insumo no processo produtivo agrícola é ambiental e economicamente viável, uma vez que esse material possibilita alta capacidade de retenção hídrica, melhorando o desenvolvimento da cultura e reduzindo impactos ambientais provocados pela irrigação. Os mesmos autores ainda ressaltam o fato de este material ser fonte de macro e micronutrientes, e sua capacidade corretora quanto ao teor de acidez do solo, tendo uma tonelada de cinza efeito equivalente a 0,5 toneladas de calcário.

A cinza/fuligem de cana não são produtos úmidos, por isso, o processo de mistura ocorre mais facilmente, sem necessitar a secagem prévia.

Diversas pesquisas que utilizam os mesmos resíduos relatados nesse trabalho apresentam metodologias a partir dos subprodutos em seu estado natural. A proposta descrita tem como princípio a agregação da torta de filtro, bem como da cinza em um produto que facilite seu uso e distribuição. A vinhaça, por sua vez, seria homogeneamente distribuída por caminhão tanque, respeitando os limites de compactação do solo na região.

Independentemente da atividade agrícola ou industrial desenvolvida, a utilização de recursos naturais e geração residual propicia algum tipo de impacto ambiental, desestabilizando o elo econômico e social. Porém, havendo o emprego de técnicas de conservação para a cultura, e gerenciamento adequado dos resíduos, pode-se diminuir os possíveis impactos negativos ao ambiente, promovendo a proteção acerca dos recursos ambientais, de maneira a perdurar seus serviços e permitindo, assim, que as gerações futuras desfrutem de sua qualidade (STRAPASSON e JOB, 2006).

## 4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho tem base na mesma aplicada por Gurgel (2016), considerando que em seu estudo apresentou proposta de fabricação de biofertilizante organomineral granulado envolvendo concentrações de vinhaça diretamente depositadas no solo. Foram utilizados ainda dados do “Estudo de viabilidade econômica para aproveitamento de resíduos da Usina de Jacarezinho para fabricação de base orgânica soluvel e fertilizante”, cedidos pelo Grupo Maringá, responsável pelo empreendimento da Usina de Jacarezinho.

Os subprodutos tidos como objetos desse estudo foram a cinza proveniente da cana-de-açúcar, a vinhaça, resíduo oriundo da produção de álcool e por fim a torta de filtro gerada na filtragem do caldo da cana. A proposta para o procedimento para produção de fertilizantes a partir dos resíduos foi retirada do estudo feito na usina de Jacarezinho. O qual inicia-se pela secagem da torta de filtro, granulação da mesma, bem como das cinzas de cana e mistura com componentes NPK. A vinhaça, devido seu alto grau nutritivo e estado físico líquido, deve ser disposta diretamente sobre o solo.

### 4.1 DADOS GERAIS DA USINA

Sua área de plantio compreende aproximadamente 12 mil hectares entre terras próprias e arrendadas dos 28,6 mil hectares cultivados com cana de açúcar para a usina nos municípios de Jacarezinho, Cambará, Santo Antônio da Platina e Ourinhos. Os demais 50% utilizados pela usina são adquiridos através de contratos de longo prazo firmados com fornecedores.

A capacidade de moagem diária da Usina Jacarezinho é de de 12 mil toneladas de cana e produção de 22 mil sacas de açúcar e 500 mil litros de etanol. Na safra 2012/13 foram processados 1,885 milhão de toneladas de cana. O volume tem apresentado um crescimento contínuo desde a safra 2008/09, quando foram processados 1,266 milhão, mesmo em um momento de crise financeira mundial e as dificuldades enfrentadas pelo setor no Brasil. A única exceção foi o da safra 2011/12, quando houve um pequeno recuo devido às condições climáticas. Para a safra 2013/14 a expectativa era moer 2,2 milhões de toneladas e produzir 74,3 milhões de litros de etanol e 3,2 milhões de sacos de açúcar. Quanto a produção de

açúcar também houve um salto no período, de 1,271 milhão de sacos de 60 kg de açúcar para 3,052 milhões na safra 2012/13. Já no caso do etanol hidratado, a produção tem oscilado conforme os preços praticados para o produto no mercado. Na safra 2012/13 foram produzidos 60,115 milhões, mas chegou a produzir 72,910 milhões de litros na 2010/11. Para a safra de 2013/14 74,305 milhões de litros.

É controlada pelo Grupo Maringá, uma das principais geradoras de emprego, renda e impostos no município, a usina impulsiona a economia local, movimentando os demais setores e promovendo melhora da qualidade de vida à comunidade. Em média são gerados 1.290 empregos na entressafra e 1.760 na safra.

Ainda entre as práticas da usina estão ações relacionadas à sustentabilidade, com o uso responsável dos recursos naturais, valorização das melhores práticas agrícolas, industriais e trabalhistas na produção. Promove o reflorestamento de mudas nativas da região, restaurando a vegetação nas áreas e Reserva Legal e de Preservação Permanente (APP).

## 4.2 CUSTOS

Diariamente ocorre em larga quantia a produção de resíduos provenientes da fabricação de açúcar e álcool. De acordo com os dados cedidos pelo Grupo Maringá, a quantia média diária de produção de torta de filtro e cinzas são de 500 toneladas e 15 toneladas, respectivamente. Mensalmente esse valor chega em 15000 toneladas de torta de filtro e 450 toneladas de cinzas, aproximadamente.

Esses materiais precisam ser destinados de forma correta, sendo assim devem ser transportados para aterros e compostagem. Os custos relativos a destinação de resíduos gerados mensalmente são; torta de filtro R\$ 11,11/t e as cinzas R\$ 25,00/t.

O custo dos fertilizantes também requer atenção, pois os valores altos demonstram um grande gasto por safra desses produtos, tanto químicos como biológicos. Dos quais, podem ser substituídos. Na extensão da plantação, que abastece a Usina de Jacarezinho e região, são utilizados aproximadamente R\$9.600.00,00 em produtos fertilizantes.



### 4.3 SECAGEM

O primeiro processo realizado é a secagem da torta de filtro, devido a sua umidade elevada para o processo seguinte, granulação. A secagem de biomassa funciona como um estágio preliminar de briquetagem, peletização, granulação e afins. Pode reduzir o valor de umidade em até 10%. Para isso, a torta é submetida à secagem por um secador rotativo para secagem de biomassa de um estágio.

O tambor gira em velocidade constante, as aletas (superfícies para aumento de troca de calor) movimentam continuamente a biomassa, a qual passa por uma fonte de ar aquecido. A secagem em si ocorre quando a biomassa fica suspensa na fonte de ar quente, o processo se encerra quando a quantidade de umidade adequada é removida.

### 4.4 GRANULAÇÃO

Recebe-se a fórmula pré-estabelecida, determinando os boxes e parâmetros de consumo de insumos a serem incorporados ao processo, após feita programação no sistema operacional, é determinado ao granulador os parâmetros, e após os silos abastecidos inicia-se as bateladas do processo de granulação, que consiste em:

A matéria-prima entra no granulador rotativo, recebe uma quantidade específica de insumos, em seguida pode receber água, que reagindo ocorre uma reação de plastificação, liberando energia térmica favorecendo a formação dos grânulos, iniciando o processo de granulação.

O processo de preparação da goma é feito a partir de amidos orgânicos e solução alcalina 50%, em um tanque com capacidade de 2000L, adiciona-se 1000L de água limpa registrando no hidrômetro, coloca-se 05 sacos de 25 kg (125 kg) de amido de milho, sob agitação constante, que após constatada toda diluição do amido, adiciona-se lentamente 20kg de NaOH (hidróxido de sódio) 50% que libera energia suficiente para que ocorra a hidratação das moléculas do amido, formando uma espessa goma a qual servirá então para aglomeração do fertilizantes.

### 4.5 MISTURA

Para o processo de mistura do granulado (base orgânica solúvel), toda a matéria prima que chegar na usina deverá ser conferida e analisada os teores

nutricionais em laboratório, para posteriormente receber a fórmula pré-estabelecida de NPK, após feita programação no sistema operacional, é determinado ao misturador os parâmetros.

Durante o processo deve-se tirar amostras intercaladas do misturador, para enviar ao laboratório para análise a fim de garantir os teores estipulados para não ocasionar problemas no plantio.

A mistura seguindo os parâmetros normatizados, após passar no misturador, onde homogeneizada, deverá ser ensacada.

Assim o biofertilizante já estará pronto para utilização direta nas culturas. Pela ordem dos processos, a vinhaça deverá ser distribuída de forma homogênea pela área pelo menos um dia antes. Não existe exigência quanto ao período de aplicação do plantio, podendo ser em período de pré-plantio, plantio, soqueira ou em áreas de viveiros de mudas de cana de açúcar. Após esse processo, a colocação do biofertilizante pode ser efetuada.

## 5 DISCUSSÃO

Inumeros autores citados descrevem que é indispensável que haja um direcionamento adequado dos resíduos gerados por usinas sucroalcooleiras, muito embora algumas medidas geralmente tomadas por tais empreendimentos sejam de alto custo e sem utilidade, transformado-se apenas em lixo sem nenhum tipo de aproveitamento. Gerando custos de transporte, equipe de apoio, bem como valor para armazenamento em locais específicos e infraestrutura. Dessa forma, fazer desses resíduos parte do processo de cultivo da cana-de-açúcar ou também difentes culturas, corroboraria para que a usina possuísse lucratividade de uma forma diferente, podendo ainda, não só usar do próprio resíduo, bem como comercializa-lo na região. Além de lucratividade, há uma economia envolvida nos custos gerais de produção, considerando que os gastos extras com o encaminhamento do resíduo seriam eliminados, mitigando assim o impacto ambiental que a própria usina proporciona no meio.

Deve-se levar em consideração também, que o adubo convencional mineral possui apenas três elementos (NKP), porém, o biofertilizante apresenta alto índice de matéri orgânica, bem como uma alta gama de macromerais, além dos utilizados com simples adubo tradicional.

A metodologia supracitada, também utilizada por Gurgel (2016) mostrou em seu trabalho satisfatórios resultados quanto ao crescimento e fortalecimento do material seco das raízes de milho, bem como apresentou aspecto externo semelhante ao uso de adubos convencionais, porém a porção foliar mostrou acúmulo de nutrientes.

Atestando a viabilidade do uso dos subprodutos do processo sucroalcooleiro, pode-se considerar que a formação do mesmo em biofertilizante é um processo sustentável, entando de acordo com a legislação.

Parte da produção dos biofertilizantes, em torno de 50%, pode ser destinada para consumo próprio nas plantações da usina e o excedente pode ser comercializado na região, com investimento aproximado de R\$ 11.000.000,00, entre maquinários, funcionários e matéria prima. Este empreendimento pode ter um ganho financeiro de mais de R\$ 20.000.000,00/ano.

Com uma produção excedente de fertilizante de aproximadamente 54.000 t/safra e uma área de cultivo de cana de terceiros na região para abastecer a Usina

de 17.000 ha, onde poderia ser utilizado este mesmo fertilizante com um custo especial R\$ 1.000,00/t, pela facilidade de comercialização em vários aspectos visualizamos como clientes em potencial os parceiros que já fazem o plantio para a Usina, pois seria consumido em torno de 25.000 t/safra, restando 30.000t/safra para ser comercializado no entorno, considerando o potencial sucroalcooleiro da região que absorveria este novo produto.

## 6 CONCLUSÃO

O processo de transformação dos resíduos em matéria-prima para fabricação de fertilizantes se mostra uma alternativa relevante para resolução do problema de armazenamento, transporte e tratamento dos resíduos cinza, torta de filtro e vinhaça. Considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Vale ressaltar que tal procedimento pode render ao usineiro uma fonte a mais de rentabilidade, analisando a possibilidade de comercialização do fertilizante na região, bem como um auxílio na diminuição de custos com fertilizantes no cultivo de cana e na destinação adequada de resíduos.

Tal processo vai muito além do simples "reuso" de subprodutos. É importante analisar que o que está sendo feito é uma alteração em um padrão de produção de décadas. Tal alteração pode apresentar uma significativa redução na produção de resíduos. Conseqüentemente trazendo benefício econômico à usina e ao ambiente em si.

Para próximos projetos, fica a possibilidade de experimentação de tal metodologia descrita nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALCOPAR. Estatísticas. Disponível em <<http://www.alcopar.org.br>>. Acesso em: 15/03/2017.
- ALMEIDA, JR. **As tortas da usinas de Açúcar**. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro. 24 (2) :91-3. Agosto 1944.
- BARROS, R., P.; VIÉGAS, P., R., A.; SILVA, T., L.; SOUZA, R., M.; BARBOSA, VIÉGAS, R., A., L., BARRETTO, M., C., V., MELO, A., S. **Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de- açúcar e adição de vinhaça**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 40, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2010.
- BITTENCOURT, V. C. GIACOMINI, G. M. **Torta de filtro rotativo em combinação com diferentes formas de fósforo, com vista substituição da torta de mamona e de fósforo solúvel em água, na fertilização de cana planta**. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 96 (6): 16-27, dez. 1980.
- BOUÇAS, A., S.; BURATTO, A., L.; SILVA, L., M. **Sistema ABC na Gestão dos Custos Ambientais: a importância de sua utilização na Gestão Ambiental**. Rev. Sociedade, Contabilidade e Gestão, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, jul/dez, 2009.
- BRUNELLI, A.M.M.P.; PISANI JÚNIOR, R. **Proposta de Disposição de Resíduo Gerado a partir da Queima do Bagaço de Cana em Caldeiras como Fonte de Nutriente e Corretivo do Solo**. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30., Puntadel Leste. Anais... Puntadel Leste: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, v. 1. p. 1-9. 2006.
- CASTRO, L. J. P, GODOY, O.P. **Uso da torta de filtro no sulco de plantio da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**, Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro. 94(5):66-76, nov. 1979.
- COLETI, J. T. **Uso de torta de filtro e bagaço humificado na cultura da cana-de-açúcar**. In: . Curso de atualização em adubação de plantas cultivadas. Piracicaba, ESALQ/USP, 9P. 1983.
- CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPP, J. **Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização**. Revista Brasileira de Energia, v.2, p.111-146,1992.
- CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR. **Biomass power generation: sugarcane bagasse and trash**. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br>>, Acesso em: 15 de abril de 2017.
- DE PAULA; F., V.; CARVALHO, V., D.; NOGUEIRA, F., D. **Efeitos da vinhaça na produção e qualidade da cebola em solo de baixo potencial de produtividade**. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 27 (3):389-393, 1992.
- FEITOSA, D. G.; Maltoni, K. L.; Silva, I. P. F. **Avaliação da cinza, oriunda da queima do bagaço da cana de açúcar, na substituição da adubação química convencional para produção de alimentos e preservação do meio ambiente**. Revista Brasileira de Agroecologia, v.4, p.2412-2415, 2009.

- FERRAZ, J., M., G.; PRADA, L., d., S.; PAIXÃO, M., Â. **Certificação socioambiental do setor sucroalcooleiro.** Jaguarina: Embrapa Meio Ambiente, 195p. 2000.
- FIESP, MB AGRO. Outlook Fiesp 2023 - **Projeções para o agronegócio brasileiro.** São Paulo, 2013. Disponível em: <[https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudo\\_Fiesp\\_MBagro.pdf](https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudo_Fiesp_MBagro.pdf)>. Acesso em: 04/01/2017.
- FOLHA DE SÃO PAULO. **Usinas lideram ranking de multas por poluição no estado de SP.** <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2008/06/407541-usinas-lideram-ranking-de-multas-por-poluicao-em-sp.shtml>>. Acesso em: 25/09/2017.
- FRACARO, J. **Análise histórica do Proetanol e atuais perspectivas do setor alcooleiro no Brasil.** 2005. 67p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- FRAVET, P. R. F.; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G., H. **Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar.** Ciênc. agrotec., Lavras , v. 34, n. 3, p. 618-624, 2010.
- FREIRE, F.M.; ROCHA, B.V.; RIBEIRO, A.C.; FREIRE, J., C. **Vinhoto como fertilizante na cultura da mandioca. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte (Brazil).** Belo Horizonte, MG (Brazil). 4 p.. no. 76, 1983.
- FREITAS, E.S. **Caracterização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar do município de campos dos goytacazes para uso na construção civil.** 2005. 81 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo Dos Goytacazes - RJ, 2005.
- GIACHINI, C. F.; FERRAZ, M. V. **Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar - revisão de literatura.** Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v.3, 1-15, 2009.
- GLÓRIA, N.A. **Emprego da vinhaça para fertilização.** Piracicaba, CODISTIL, 31p. 1976.
- GLORIA, N. A.; MATTIAZZO, M. E. **Efeito da matéria orgânica na solubilização de fosfatos no solo. Efeitos de resíduos de usinas de açúcar e destilarias (bagaço de cana, torta de filtro e vinhaça).** Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 88 (5):22-30 nov. 1976.
- GURGEL, M., N., A. **Tecnologia para aproveitamento de resíduos da agroindústria sucroalcooleira como biofertilizante organomineral granulado.** Engenharia Agrícola, v. 35, n. 1, 2016.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: **Ed. Agronômica Ceres**, 1985.
- LACOTIZ, J., C., A.; MUNIZ, A., S. **Uso de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar como fonte de potássio: efeitos no solo e nas plantas de feijão.** AGROECOL, Dourados/MS. [S.l.: s.n.], 2014.

MALAVOLTA, E. **Sobre a utilização agrícola do resíduo de cinza de caldeira, CNA- Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP**, In: Parecer para a Cargill Citrus Ltda, Piracicaba, 17 p. 2001.

NASCIMENTO, C., L. **Avaliação econômica do aproveitamento do vinhoto concentrado como fertilizante**. Campo dos Goytacazes, RJ. 2003.

ORLANDO FILHO, J. LEME, A. **Utilização agrícola dos resíduos da indústria canavieira**. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. Anais... Brasília, EMBRAPA/DDT, P.451-75. 1984.

PAUL, O. L. **Effects of filter press mud on soil physical conditions in a sandy soil**. Tropical Agriculture, Saint Augustine, 51:288-92, Abri. 1974.

PENATTI, C.P; DONZELLI, J.L. **Uso da Torta de Filtro em cana-de-Açúcar. Piracicaba**, 7 pg. 1991. Relatório técnico.

PIACENTE, F.J. Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2005. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

POLO, A.; ANDREAUX, F.; CERRI, C.C.& LOBO, M.C. **Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: 2. Decomposição iológica sob condições controladas**. STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v.6, n.3, p.53-56, 1988.

PORTAL ÚNICA. Setor Sucroenergético – Histórico. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>> Acesso em: 14/02/2017.

PORTAL ÚNICA. Setor Sucroenergético – Histórico. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/42161547920335416218/pesquisadores-produzem-etanol-reduzindo-pela-metade-o-volume-de-vinhaca/>> Acesso em: 14/09/2017.

RODELLA, A.A.& FERRARI, S.E. **A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar**. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v.90, n.1, p.380-389, 1977.

RODRIGUES, J., A., R. **Do engenho à biorrefinaria: a usina de açúcar como empreendimento industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis**. Quím. Nova, São Paulo , v. 34, n. 7, p. 1242-1254, 2011.

ROSSETTO, A.J.; RESENDE, L.C.L & ALONSO, J.C.; BUSSIOLI FILHO, S. MARGUERON, L.N.; SILVA, J.A.; MILLER, L.C. **Sistemas de distribuição de vinhaça na Usina São João-SP**. Saccharum STAB, São Paulo, v.1, n.3, p.37-47, 1978.

SILVA, A., P., M.; BONO, J., A., M.; PEREIRA, F., A., R. **Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos**. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.18, n.1, pp.38-43. 2014.

SILVA, M., A., S.; GRIEBELER, N., P.; BORGES, L., C. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.1, p.108–114, 2007.



SILVA, J. V. H., BITTAR, A. P., SERRA, J. C. V., JUNIOR, J. C. Z. **Diagnóstico do reaproveitamento de resíduos com potencial energético no município de Palmas-TO**. Engenharia Ambiental, v.8, n.2, p.226-233, 2011.

STRAPASSON, A. B.; JOB, L. C. M. de A. **Etanol, Meio Ambiente e Tecnologia. Revista de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Edição especial: Agroenergia, ano XV, n.3, jul. 2006.

UDOP. **Subprodutos da cana se tornaram fonte de receita**. 2007. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/geral.php?item=noticia&cod=907> > Acesso em: :02/02/2017.