

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
ESPECIALIZAÇÃO EM CIÊNCIAS**

HELEN MARI DE SÁ MAYNARDES MARQUES

**VINHOTO DA CANA DE AÇÚCAR – APROVEITAMENTO E
IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DE IBAITI/PR**

**IBAITI
2013**

HELEN MARI DE SÁ MAYNARDES MARQUES

**VINHOTO DA CANA DE AÇÚCAR – APROVEITAMENTO E
IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DE IBAITI/PR**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Ensino de Ciências, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – *Campus Medianeira*.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Cristiane Canan

IBAITI

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação
Especialização em Ensino de Ciências



TERMO DE APROVAÇÃO

VINHOTO DA CANA DE AÇÚCAR – APROVEITAMENTO E IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DE IBAITI/PR

Por

HELEN MARI DE SÁ MAYNARDES MARQUES

Esta Monografia foi apresentada em 15 de março de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa.: Dra. Cristiane Canan
Orientadora

Profa. Dra. Cleonice Mendes Pereira Sarmiento
Membro titular

Prof. Mestre Edwardo Kavanagh
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

Marques, Helen Mari de Sá Maynardes. **Vinhoto da cana de açúcar: aproveitamento e impactos ambientais na região de Ibaiti/PR**. 2013. 25 p. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

Este trabalho teve como objetivo conscientizar os produtores sucro-alcooleiros da alta periculosidade de contaminação do vinhoto ao meio ambiente e mostrar-lhes os benefícios de um melhor tratamento deste resíduo. Os procedimentos para o desenvolvimento deste estudo foram divididos em quatro etapas: a) levantamento da produção de álcool e resíduos junto aos funcionários da usina alcooleira; b) pesquisa de campo para observação de todo o processo; c) aplicação de questionário; e d) pesquisa documental centrada na análise do processo e do aproveitamento do vinhoto. A pesquisa foi realizada na região de Ibaiti/PR, onde está localizada uma usina alcooleira, produtora de álcool e elevada quantidade de resíduo (vinhoto), o qual é armazenado em tanques em formas de represas, próximo a mananciais e leito de um importante rio para a região (Rio Laranjinha). Com este trabalho mostrou-se que a aplicação da vinhaça na lavoura canavieira, através da fertirrigação, é uma prática altamente lucrativa e com grandes possibilidades de êxito. Verificou-se que a utilização do vinhoto como fertilizante nas lavouras canavieiras apresenta uma economicidade variável em função, principalmente, dos preços dos fertilizantes minerais, bem como do próprio sistema. Os dados apresentados servem para mais uma vez salientar que a aplicação racional da vinhaça permitirá, em grande parte dos casos, a obtenção de um sistema simples e econômico do aproveitamento da vinhaça. Nenhuma meta econômica será vitoriosa, se esta se realizar em detrimento do meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos. Poluição ambiental. Cana de açúcar.

ABSTRACT

Marques, Helen Mari de Sá Maynardes. **Stillage from sugar cane: use and environmental impacts in the Ibaiti/PR**. 2013. 25 p. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

This study aimed to educate producers of high sugar and alcohol danger of contamination of the environment stillage and show them the benefits of improved treatment of this waste. Procedures for the development of this study were divided into four steps: a) survey of alcohol production and waste from employees of the plant alcohol b) field research to observe the whole process, c) a questionnaire and d) research documentary focused on the analysis of the process and the use of vinasse. The survey was conducted in the region of Ibaiti/PR, where a plant is located alcohol, producing alcohol and high amount of residue (stillage), which is stored in tanks in forms of dams, springs and bed close to a major river for the region (Rio Laranjinha). This study showed that the application of stillage on sugarcane through fertigation, is a practice highly profitable and with great chances of success. It was found that the use of stillage as a fertilizer in the sugarcane plantations economy presents a variable depending mainly prices of mineral fertilizers, as well as the system itself. The data presented serve to point out once more that the rational application of stillage will, in most cases, to obtain a simple and economical use of stillage. No economic goal will be victorious, if this takes place at the expense of the environment.

Key words: Residues. Environmental pollution. Sugarcane.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3.1 VINHOTO.....	10
3.2 DISTRIBUIÇÃO DO VINHOTO	11
3.3 O TRATAMENTO DO VINHOTO E SEUS PRINCIPAIS USOS.....	11
3.3.1 Tratamento do Vinhoto.....	11
3.3.2 Usos do Vinhoto	13
3.3.2.1 Uso como fertilizantes	13
3.3.2.2 Produção de Bioetanol	14
3.3.2.3 Produção de Biogás	16
3.3.2.4 Uso do Bagaço.....	16
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	18
4.1 LOCAL DA PESQUISA	18
4.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	18
4.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
6 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
APÊNDICE A.....	26

1 INTRODUÇÃO

O vinhoto também conhecido como vinhaça, tiborna ou restilo é o resíduo pastoso e malcheiroso que sobra após a destilação fracionada do caldo de cana-de-açúcar (garapa) fermentado para a obtenção do etanol (álcool etílico). Para cada litro de álcool produzido, 10 a 15 litros de vinhoto, (SILVA; FREIRE; CORTEZ *apud* PAULINO *et al.*, 2002).

É um resíduo altamente poluente e muito mais agressivo ao meio ambiente que o esgoto sanitário doméstico. Quando jogado nos rios constitui uma séria fonte de poluição. Pode ser feito aproveitamento, utilizando-o como fertilizante, na produção de biogás ou na pecuária como complemento de alto teor protéico da ração animal.

Nos primórdios do Pró-Álcool, o sistema de técnicas de aplicação do vinhoto era bastante difundido nas usinas e destilarias do país, nas “áreas de sacrifício” e valas de infiltração. Com o passar do tempo, ocorreu a eliminação desses sistemas porque eles não proporcionavam o aproveitamento racional do vinhoto e impunham riscos de poluição das águas subterrâneas (RIBEIRO *et al.*, 2007).

O vinhoto é produzido durante toda a safra canavieira, que em geral vai de maio a dezembro. Atualmente, as empresas utilizam canais (sistema de um canal principal ou mestre, de onde o vinhoto é distribuído a outros canais, denominados secundários, a partir dos quais é aplicado) ou caminhões tanques para conduzir o líquido em pontos convenientes, onde, por meio do método de aspersão, utilizando motores elétricos ou a diesel, é aplicado nos canaviais como fertilizante.

A aplicação do vinhoto nas lavouras, bem como a fertirrigação, é prática adotada por todas as usinas e destilarias com tecnologia conhecida e bem definida, existindo inúmeros ensaios que comprovam os resultados positivos obtidos na produtividade agrícola associado à economia dos adubos minerais. Desta forma, o vinhoto é 100% utilizado como método de fertirrigação em canaviais.

O uso agrícola do vinhoto e os seus benefícios oriundos do solo são indiscutíveis, tanto do ponto de vista agrônomo e econômico, quanto social. O benefício imediato decorrente do uso racional desse resíduo nas lavouras canavieiras se dá pelo aumento da produtividade, que ocorre com mais intensidade em solos mais pobres e em regiões mais secas.

Incluem-se aqui a economia de fertilizantes e a preocupação cada vez maior da sociedade com o risco que esse material altamente poluente pode causar aos cursos d'água superficiais (rios, lagos, nascentes e várzeas) e ao lençol freático através da percolação até as águas subterrâneas. Essa preocupação é mais latente uma vez que esse tipo de poluição não é imediatamente notada. Saídas tecnológicas são apontadas por muitos especialistas como a principal alternativa para se diminuir a carga orgânica desse resíduo e reutilizá-lo na fertirrigação com um menor risco de dano à natureza.

Cabe também ao fornecedor de cana entrar em contato com a usina ou destilaria que fornece sua produção para saber qual a viabilidade financeira da técnica de aplicação de vinhaça em seu canavial.

A cidade de Ibaiti localizada a cerca de 300 km de Curitiba, capital do Paraná e também a cerca de 160 km de Londrina, produz aproximadamente 50.000 toneladas/ano que são destinadas à produção de biogás, fertilizantes ou na pecuária como complemento de alto teor protéico da ração animal. Parte deste resíduo é também lançado às margens de rios poluindo-os.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Conscientizar os produtores sucro-alcooleiros da alta periculosidade de contaminação do vinhoto ao meio ambiente e mostrar-lhes os benefícios de um melhor tratamento deste resíduo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento da produção de vinhoto na região de Ibaiti/PR, bem como seu destino;
- Realizar uma pesquisa *in loco*, para constatar a realidade da região;
- Aplicar questionário aos moradores da região de Ibaiti/PR para avaliar o conhecimento sobre os impactos ambientais causados pelas indústrias de cana de açúcar.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 VINHOTO

Vinhoto, também conhecido como restilo ou vinhaça, é um resíduo da destilação do caldo de cana fermentado, rico em potássio, o qual tem sido utilizado em muitos lugares como fertilizante no cultivo de cana-de-açúcar. Pode ser utilizado também para a produção de biogás, para gerar energia elétrica (FREIRE; CORTEZ, 2000).

Para cada litro de álcool produzido, são gerados de 10 a 15 litros de vinhoto, o qual tem alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), consumindo cerca de 12.000 a 20.000 miligramas para cada litro de vinhoto (SILVA; FREIRE; CORTEZ *apud* PAULINO *et al.*, 2002).

Por possuir um alto poder poluidor, cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico, o estudo do descarte do vinhoto é de grande importância para o meio-ambiente, pois é considerado nocivo à fauna, flora, microfauna e microflora das águas doces, e afugenta a fauna marinha que vem às costas brasileiras para procriar (FREIRE; CORTEZ, 2000).

Devido a seus impactos ambientais, a produção do vinhoto sempre gerou preocupação nos órgãos ambientais, mesmo quando não era gerado no volume atual. Com o estímulo do governo para a produção de etanol, a partir da década de 1970, essa preocupação passou a ter uma maior dimensão. Hoje em dia, produz-se, anualmente, mais de 27 bilhões de litros de etanol hidratado e anidro. Ou seja, são gerados, pelo menos, 270 bilhões de litros de vinhoto por ano. Ciente desses números, o estado de São Paulo, responsável pela produção de 60% do etanol brasileiro, criou, no ano de 2006, uma norma que regulamenta o armazenamento, o transporte e a aplicação do vinhoto.

O vinhoto tem como constituinte principal a matéria orgânica, sob a forma de ácidos orgânicos, e por cátions de potássio, cálcio, magnésio e sódio, com desbalanceamento do potássio em relação aos demais elementos. Outro aspecto físico é o seu baixo pH e a elevada temperatura em que é gerado.

3.2 DISTRIBUIÇÃO DO VINHOTO

A partir da década de 80 pesquisas foram desenvolvidas visando à utilização do vinhoto *in natura* (não concentrado) em substituição à adubação mineral, ficando determinado que a viabilidade de aplicação do vinhoto através de caminhões-tanque, em total substituição da adubação mineral, pode ser analisada mediante confronto dos custos de ambas alternativas. O custo de aplicação de vinhoto cresce com a distância entre os pontos de carregamento e de aplicação, enquanto o custo para a adubação mineral varia muito pouco.

A distribuição por veículo-tanque é empregada desde que se iniciou o uso do vinhoto como fertilizante. Os primeiros tanques eram feitos de madeira e posteriormente utilizou-se o aço carbono, aço carbono-naval, aço inoxidável ou fibra de vidro. Esse sistema permite adequar a composição química do vinhoto, com a adição de fertilizantes minerais, com certo controle e alguma uniformidade (KIEHL, 1985).

No entanto, a utilização desse processo pode acarretar compactação do solo e alto investimento na frota de carros-tanque, na manutenção e no gasto de combustível, além de não permitir a utilização do vinhoto (não concentrado) em distâncias superiores a 15 km, pois seria inviável economicamente. Na aplicação do vinhoto por fertirrigação pode ocorrer má distribuição do mesmo, dependendo do relevo do terreno e do método empregado (KIEHL, 1985).

3.3 O TRATAMENTO DO VINHOTO E SEUS PRINCIPAIS USOS

3.3.1 Tratamento do Vinhoto

A alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para o vinhoto mostra o seu grande poder poluente (BAPTISTELA; SCALOPPI, 1986). O confinamento do vinhoto em depressões naturais do terreno ou em barragens leva à rápida decomposição microbiana da matéria orgânica, estando boa parte dela nas dimensões coloidais, com a conseqüente formação de gases de odores desagradáveis, causando desconforto às populações vizinhas à destilaria (KIEHL, 1985). Por isso é de extrema importância o seu correto tratamento e destino.

Existem processos de neutralização aplicáveis ao vinhoto de destilarias de álcool, da aguardente, ou de qualquer outro líquido contendo álcool, produto de fermentação de caldo de cana, melão, xarope, tubérculos, cereais, frutas, sorgo, celulose e de quaisquer outras matérias primas de origem vegetal, inclusive aquelas que tenham sido submetidas a processos de hidrólise química ou enzimática, bem como aos afluentes de indústrias que se utilizam matérias primas de origem animal, tais como laticínios, curtumes, matadouros, esgotos sanitários, etc.

O processo de tratamento de vinhoto se originando mosto fermentado utiliza dois reagentes: o primeiro composto de óxidos e hidróxidos de metais alcalino terrosos (não ativados) que atuam quimicamente sobre os efluentes, neutralizando e/ou alcalinizando a acidez do meio; e o segundo, composto de óxidos e hidróxidos de metais alcalino-terrosos (ativados), que por ação físico química de adsorção provoca a floculação dos colóides orgânicos putrescíveis contidos nos efluentes, reduzindo a demanda bioquímica de oxigênio do líquido residual, obtido por filtração, em até 97% do D.B.O.

O processo de tratamento de vinhoto é complementado pela obtenção de uma torta organo-mineral que pode ser consumida como ração animal ou como adubo organo-mineral para lavouras, e de um líquido residual que pode ser utilizado na irrigação das lavouras ou descartado para os cursos d'água, em caráter emergencial ou até mesmo permanente, sem perigo de poluição danosa à fauna aquática, desde que respeitadas às normas internacionais de engenharia sanitária que asseguram um mínimo de oxigênio dissolvido nas águas correntes.

A composição típica de vinhoto bruto, quando se deseja descarregar esta água residuária em águas de superfície é: (1) temperatura elevada, (2) alta concentração de material orgânico, (3) alto teor de sólidos em suspensão, (4) pH baixo e (5) alto teor de nutrientes N, P e K. Para o uso alternativo como água de irrigação, só os itens (1) a (4) precisam ser corrigidos.

Tendo-se em vista que nos canaviais os nutrientes podem ser usados para produção de cana e que para descarga em águas de superfície haverá necessidade de remoção de nutrientes, normalmente com custos operacionais muito elevados, invariavelmente optar-se-á pela irrigação com o vinhoto tratado.

A temperatura e o teor de sólidos em suspensão podem ser corrigidos quando se armazena o vinhoto em um açude, dando tempo para resfriamento e sedimentação eficiente. Após resfriamento, grande parte do material orgânico no

vinhoto decantado pode ser convertida em biogás pela aplicação da digestão anaeróbia. A viabilidade do uso do reator UASB para tratar vinhoto à temperatura ambiental (20 a 30°C) tem sido demonstrada em várias unidades em escala real: o vinhoto é um excelente substrato para a digestão anaeróbia, sendo possível aplicar uma altíssima carga orgânica.

Como a digestão anaeróbia é um processo que só se desenvolve na fase líquida com um pH perto do ponto neutro, será necessário adicionar alcalinizante ao vinhoto, na prática geralmente cal. O uso de cal pode ser reduzido drasticamente pela introdução de uma recirculação do efluente misturando-o com o efluente antes da adição de cal (VAN HAANDEL, 1995). Baseando-se em relações estequiométricas, Van Haandel e Catunda (1994) estimaram uma demanda de aproximadamente 1 kg de cal/m³, e trabalho em escala real mostrou que esta demanda de fato pode ser esperada na prática.

Na digestão anaeróbia do vinhoto se produz uma fase gasosa, uma fase líquida (o vinhoto digerido) e uma fase sólida (o lodo biológico). Todas as três fases têm utilidade e podem ser aproveitadas para aumentar a rentabilidade das usinas. Entre outras aplicações, o aproveitamento do biogás para geração de energia é particularmente atraente, tendo-se em vista a possibilidade de uso na própria indústria e a venda para a rede pública do excedente.

A produção de sólidos (tanto os sedimentáveis no vinhoto bruto como o lodo biológico gerado na digestão anaeróbia) e o efluente podem ser aplicados nos canaviais para aumentar a produção de cana, o que em si constitui um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Todavia, as maiores vantagens materiais estão no uso do metano gerado e do bagaço não queimando.

3.3.2 Usos do Vinhoto

3.3.2.1 Uso como fertilizantes

O vinhoto contém matérias orgânicas e minerais, dissolvidos e em suspensão. A presença de tais substâncias vinhoto permite que o mesmo seja visto como um fertilizante orgânico. Segundo Kiehl (1985), fertilizante orgânico pode ser de origem vegetal ou animal, e se aplicado ao solo em quantidades, épocas e maneiras adequadas, proporciona melhorias de suas qualidades físicas, químicas,

físico-químicas e biológicas, efetuando correções de reações químicas desfavoráveis ou de excesso de toxidez, e fornecendo às raízes nutrientes suficientes para produzir colheitas compensadoras, com produtos de boa qualidade, sem causar danos ao solo, à planta ou ao ambiente.

Tanto a matéria orgânica quanto os sais minerais contidos no vinhoto podem ser recuperados, quer para uso direto, como fertilizante ou sob forma de matéria-prima para outras aplicações, como ração animal ou material de construção civil. Assim, seu aproveitamento racional, além de representar uma reciclagem de recursos naturais com valor agregado, permite atender com muito mais eficiência aos requisitos da legislação de controle da poluição (SENA, 1998).

As substâncias contidas no vinhoto *in natura*, responsáveis pelo seu efeito fertilizante estarão, em princípio, presentes no produto concentrado. As vantagens da concentração do vinhoto visando sua aplicação ao solo são a maior estabilidade do produto e a redução do volume a ser transportado, sendo o último fator responsável pela redução dos investimentos necessários ao transporte do produto, da destilaria à plantação (SENA, 1998). A utilização do vinhoto deve obedecer a critérios, considerando que a sua utilização também está associada a aspectos negativos.

Vários trabalhos foram publicados demonstrando o alto valor do vinhoto como fertilizante, corretivo e condicionador do solo, mas persiste o problema de distribuir no canavial um líquido quente, corrosivo e produzido em grandes quantidades durante a época de corte da cana (ORLANDO FILHO *et al.*, 1980). Devido ao uso de forma indiscriminada do vinhoto pela fertirrigação, foi constatado um efeito acumulativo de certos nutrientes no solo, em especial do elemento potássio, o que pode levar a uma contaminação do lençol freático e trazer reflexos negativos para o solo e para as culturas.

3.3.2.2 Produção de Bioetanol

Como alternativa para o aproveitamento do vinhoto, ou seja, uma solução para esse resíduo foi desenvolvida com tecnologia avançada e maquinários nacionais, é uma alternativa para os fabricantes de bioetanol de primeira geração, a exemplo do biodiesel e do etanol de segunda geração, e os destiladores de bebidas alcoólicas, denominada SCBCS ZLD® (Sugar Cane Business Case Sustainability,

Zero Liquid Discharge. Com esta tecnologia é possível realizar o descarte adequado do produto e reduzir a demanda por importação de fertilizantes, que hoje gira em torno de 90%. Além disso, haverá um benefício logístico, visto que os produtores não precisarão mais disponibilizar tanques e caminhões para transportar a vinhaça.

De acordo com o cenário atual, para cada litro de etanol produzido, são gerados de 10 a 15 litros de vinhoto (SILVA; FREIRE; CORTEZ *apud* PAULINO *et al.*, 2002). A solução apresentada pela SCBCS garante a não geração de resíduos ou efluentes, se caracterizando como uma solução ambientalmente sustentável. Todo processo envolve tecnologia de alto nível e mão de obra altamente qualificada. No entanto, como o projeto é apoiado por investidores e permite rápido retorno do recurso aplicado, o custo é baixíssimo para a indústria do etanol.

O uso do vinhoto de cana-de-açúcar para a produção de biodiesel com microalgas, aproveitando o resíduo obtido do processo de produção de açúcar e etanol das usinas do setor sucroalcooleiro foi um dos principais temas discutidos, no 1º Seminário Microalgas - “Utilização de microalgas para produção de biocombustíveis, sequestro de carbono e tratamento de efluentes” promovido pelo Instituto Ekos Brasil, ONG que desenvolve projetos destinados a preservar a biodiversidade e promover o desenvolvimento sustentável.

O cultivo de microalgas é feito, inicialmente, em reatores dentro de laboratório. Neles, as microalgas, alimentadas por nutrientes entre os quais o CO₂ é considerado principal, dobram de tamanho a cada dois dias. Elas geram uma grande quantidade de biomassa rica em óleo que pode ser extraída e transformada em biodiesel e bioquerosene para aviação.

Durante o estágio inicial, a biomassa bruta pode ser utilizada como substrato alternativo para biodigestores gerando biogás e biofertilizantes. “Além disso, a biomassa contém proteínas que podem ser utilizadas na alimentação animal ou para a extração de compostos de alto valor agregado”.

Sobre o setor sucroalcooleiro, Goldemberg destacou que as pesquisas estão em fase inicial, mas que o processo pode ser integrado às usinas de açúcar, álcool e energia, como as instaladas no Noroeste paulista, com a utilização de subprodutos como mosto e vinhaça, permitindo a economia no uso de insumos fósseis para a produção de biodiesel de algas com o uso, inclusive, dos equipamentos da planta industrial.

Entre outras vantagens, a tecnologia de microalgas pode contribuir para a redução do volume de vinhaça que resulta da produção de açúcar e álcool. A vinhaça, atualmente, é aproveitada na adubação de canaviais próximos às usinas mas, em algumas regiões do Brasil, ameaça tornar-se um problema para os lençóis freáticos.

O vinhoto também pode ser utilizado na produção de bioquerosene com o óleo extraído da biomassa de microalgas já que o processo é distinto da produção de biodiesel, mas a matéria prima utilizada (óleo das microalgas) é a mesma. Também é aplicável à aquicultura, usando a biomassa de algas como complemento em rações de peixe e também em saneamento básico com o cultivo de microalgas integrado às Estações de Tratamento de Efluentes, considerada uma solução de baixo custo para fornecimento de nutrientes às microalgas e também de despoluição do efluente.

3.3.2.3 Produção de Biogás

Os geradores de energia mais simples usam o biogás em motores para acionar turbinas que por sua vez geram energia. A eficiência de conversão de energia nestes geradores é na faixa de 30 a 40 %. As turbinas de gás têm um rendimento mais elevado, chegando a 50%.

No caso de usinas o uso de biogás para geração de energia se torna ainda mais interessante, porque existe a possibilidade de se usar o calor residual da combustão no gerador para a produção de vapor, que por sua vez tem aplicação ampla e imediata na usina. Nos geradores de acoplamento de força e calor usa-se o biogás tanto para geração de energia elétrica como para geração de vapor. Esta opção é somente interessante quando se tem um uso econômico para o bagaço que normalmente é usado para geração de vapor. O potencial de energia pode ser calculado, sabendo-se que o valor de combustão de metano é 12.000 kcal ou 50,4 kJ ou kW_s por kg de CH₄.

3.3.2.4 Uso do Bagaço

Embora o bagaço incidentalmente venha sendo usado para várias finalidades, na prática o valor deste material ainda é muito baixo. Embora o preço de bagaço seja baixo (e variável), a venda do material pode representar uma soma de recursos importante para as usinas porque a quantidade é muito grande. Os usos mais importante bagaço de que se tem notícia são:

(1) Matéria prima para a produção de celulose e papel, geralmente misturado com outras matérias primas;

(2) Forragem para animais tendo-se tanto tratamento térmico como químico (soda cáustica) para melhorar a digestibilidade do material;

(3) Matéria prima para paredes internas e chapas de isolamento térmico e/ou acústico;

(4) Matéria prima para geração de energia elétrica em geradores especiais (pirólise);

(5) Combustível sólido após secagem e peletização, por exemplo, em padarias, substituindo lenha;

(6) Condicionador de solo, melhorando a qualidade do solo e evitando o surgimento de erva daninha, reduzindo-se assim a demanda de herbicidas

O uso mais indicado dependerá da situação existente em cada local e até das variações do clima. Assim, tem-se, por exemplo, que o bagaço é usado extensivamente como forragem de gado na região do sertão nordestino nos anos de estiagens, mas este uso se torna antieconômico quando, em anos de chuva, há disponibilidade de material local para alimentar os animais.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos se constituíram de quatro etapas: a) levantamento da produção de álcool e resíduos junto aos funcionários da usina alcooleira; b) pesquisa de campo para observação de todo o processo; c) aplicação de questionário; e d) pesquisa documental centrada na análise do processo e do aproveitamento do vinhoto.

4.1 LOCAL DA PESQUISA

O local de pesquisa foi a região de Ibaiti/PR, onde está localizada uma usina alcooleira, produtora de álcool e elevada quantidade de resíduo (vinhoto), o qual é armazenado em tanques em formas de represas, próximo a mananciais e leito de um importante rio para a região (Rio Laranjinha).

4.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados por meio de um levantamento da produção de álcool e resíduos junto aos funcionários da usina, e questionários aplicados aos funcionários e também diretores da empresa.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para desenvolver o presente trabalho, optou-se pela análise de dados em que a observação aconteceu através de dados coletados por meio de questionário. Esses dados foram organizados em forma de tabela de forma a facilitar a análise dos resultados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado um questionário (ver Apêndice A) para a coleta dos dados deste estudo. Dentre os entrevistados tinha: nove (9) diretores e quatro (4) assessores, além de mais dez (10) funcionários aleatórios da produção.

Foram feitas um total de sete (7) questões, que se referiam: A empresa possui sistemas de contenção de poluentes? Onde as maiorias dos entrevistados disseram que SIM a empresa possui o sistema, porém alguns disseram que não e outros nem sabiam se existia ou não. O resultado apresentado pelos entrevistados pode ser visualizado na Tabela 1.

No que se refere à questão 2, sobre o investimento em prevenção de desastres ambientais. Na questão 3, que se refere, se há o investimento também da empresa em preservação da flora e fauna. Na questão 4, se o vinhoto é utilizado na irrigação dos canaviais.

Na questão 5, que questiona se os entrevistados acham que existe uma melhor forma de aproveitar o vinhoto, 9 pessoas responderam que acham que existe forma de melhor aproveitar, 10 acreditam que não, e 4 afirmaram não saber. Quando perguntados se hoje vocês fossem questionados sobre uma solução melhor para o vinhoto, saberiam responder? Na questão 6, os sujeitos responderam dessa forma: 7 disseram que sim teriam uma solução melhor, 13 responderam que não, 3 que não saberiam.

Para a questão 7, foi questionado sobre, se hoje, após a constatação da real situação de descaso do armazenamento do vinhoto, você teria disposição para mudar isso, 16 pessoas disseram que sim, 3 disseram que não e 5 não souberam responder se teriam a disposição necessária.

Tabela 1. Resultado do Questionário Aplicado aos Diretores e Funcionários

Perguntas*	SIM	NÃO	NS	OBS.
1 A empresa possui sistemas de contensão de poluentes?	12	2	9	
2 A empresa investe em prevenção e campanhas sobre tal?	9	5	9	
3 Existem medidas que são realizadas para preservação dos mananciais e rios localizados próximos à empresa?	15	7	1	
4 O vinhoto é utilizado pela empresa na irrigação dos canaviais?	19	0	4	
5 Você acha que existe um melhor aproveitamento do vinhoto?	9	10	4	
6 Se hoje vocês fossem questionados sobre uma solução melhor para o vinhoto, saberiam responder?	7	13	3	
7 Hoje após a constatação da real situação de descaso do armazenamento do vinhoto, você teria disposição para mudar isso?	16	3	5	

* As perguntas foram feitas a um grupo de 9 diretores, 4 assessores e 10 funcionários aleatórios da produção.

Legenda: NS – Não Sabe

Após a realização deste questionário pode-se constatar, que há um grande vazio informativo entre funcionários e empresa no que diz respeito sobre a empresa em si e suas políticas, sejam elas comerciais, de prevenção, preservação e segurança do meio ambiente.

Devido à importância do tema para o meio ambiente e conseqüentemente à empresa, foi sugerido para os diretores um modelo de projeto para ser implantados na empresa juntamente com os proprietários e também funcionários, para que os mesmos possam ajudar o meio ambiente e também melhor retorno comercialmente falando.

Como parte do trabalho foi apresentado aos diretores um Plano de Intervenção para a preservação dos rios e mananciais utilizando-se melhor o vinhoto, conforme apresentado a seguir:

Tempo	Etapas	Procedimentos	Recursos
10 min	<p>Introdução Diálogo com os diretores e responsáveis pela produção e armazenamento e descarte.</p>	Vídeo sobre o vinhoto	Vídeos
1:20 h	<p>Desenvolvimento O tema será trabalho com diretores através de palestras e vídeos sobre os diversos tipos de aproveitamento do vinhoto.</p>	<p>Inicialmente haverá uma palestra. Em seguida, serão exibidos vídeos sobre o perigo do vinhoto utilizado de maneira errada.</p>	<p>Texto: Vinhoto: As várias formas de se utilizar ecologicamente correto este produto.</p> <p>Data show, vídeos</p>
1 hora	<p>Síntese integradora Após a palestra e os vídeos, será aberto para os diretores perguntas e questionamentos sobre o tema. Em seguida serão formados grupos de estudos entre os diretores e funcionários para a elaboração de algumas estratégias, que a empresa e todos nela devem realizar para se evitar o descaso com o meio ambiente.</p>	<p>Discussões sobre as questões levantadas pelos diretores sobre o texto da palestra e grupo de estudos. Socialização entre os todos os participantes sobre o que cada grupo elaborou e síntese das práticas a serem adotadas pela empresa.</p>	<p>Folhas de papel, canetas, quadro de giz.</p>

6 CONCLUSÃO

Com este trabalho mostrou-se que a aplicação da vinhaça na lavoura canavieira, através da fertirrigação, é uma prática altamente lucrativa e com grandes possibilidades de êxito. Verificou-se que a utilização do vinhoto como fertilizante nas lavouras canavieiras apresenta uma economicidade variável em função, principalmente, dos preços dos fertilizantes minerais, bem como do próprio sistema. Tem-se a convicção de que a aplicação racional da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar, além de eliminar o problema da poluição, virá gerar níveis de produtividade e longevidade dos ciclos compatíveis com economicidade desejada.

Dentro de um perspectiva social, o aproveitamento e o uso da vinhaça na atividade produtiva, representa uma melhoria e um saldo favorável, na medida em que se evita os custos externos da poluição resultante do seu depósito sobre a natureza, difíceis de estimar com rigor, mas seguramente acentuados nos espaços em que se encontram as usinas e destilarias.

Ao mesmo tempo, que se evita este custo externo, gera-se um produto bastante energético, protéico e químico, permitindo entre outras coisas, a redução de importação de insumos agrícolas.

Os dados apresentados servem para mais uma vez salientar que a aplicação racional da vinhaça permitirá, em grande parte dos casos, a obtenção de um sistema simples e econômico do aproveitamento da vinhaça. Nenhuma meta econômica será vitoriosa, se esta se realizar em detrimento do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- CORAZZA, R. I. **Impactos ambientais da vinhaça: controvérsias científicas e lock-in na fertirrigação** In: XLIV CONGRESSO DA SOBER, Fortaleza, 2006. Disponível em <<http://www.sober.org.br/palestra/5/453.pdf>>. Acesso em maio/2012.
- FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. **Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 4, p. 559-563, dez. 2002. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v20n4/14493.pdf>>. Acesso em maio/2012.
- HAANDEL, A. V. **Aproveitamento dos subprodutos de destilarias de álcool para proteger o meio ambiente e aumentar a rentabilidade**. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/vi-004.pdf>>. Acesso em maio/2012.
- 34
- LYRA, M. R. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, J. A. **Topossequência de solos fertigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n. 3, p. 525-532, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662003000300020>. Acesso em maio/2012.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 7 ed, São Paulo, Atlas.2010.
- MEDINA, C. C.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B.; TORRETI, A. F. **Crescimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em função de doses de vinhaça em fertirrigação**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, p. 179-184, jul./dez. 2002. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewArticle/2093>>. Acesso em maio/2012.
- NETO, J. D.; FIGUEREDO, J. L. C.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, H. M.; AZEVEDO, C. A. V. **Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,

- Campina Grande, v. 10, n. 2, . 283-288, 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n2/v10n2a06.pdf>>. Acesso em maio/2012.
- PAULINO, A. F.; MEDINA, C. C.; ROBAINA, C. R. P.; LAURANI, R. A. **Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetidas a doses de vinhaça**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 23, n.2, p. 145-150, jul./dez. 2002. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2088/1791>>. Acesso em maio/2012. 35
- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662000000300025&script=sci_arttext>. Acesso em maio/2012.
- RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1995. Disponível em <<http://www.malavolta.com.br/pdf/1071.pdf>>. Acesso em maio/2012.
- SANTOS, T. M. C.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; SANTOS, V. R. **Efeito da fertirrigação com vinhaça nos microorganismos do solo**. Revista Caatinga, Mossoró, p. 155-160, jan./mar. 2009. Disponível em <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/956>>. Acesso em maio/2012.
- SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. O.; BORGES, L. C. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v11n1/v11n1a14.pdf>>. Acesso em maio/2012.
- TESTEZLAF, R. **Métodos de fertirrigação**. AP 219 – Engenharia de Irrigação. Disponível em <<http://webensino.unicamp.br/disciplinas/FA876-055506/apoio/14/fertirriga.pdf>>. Acesso em maio/2012.
- TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. **Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”**. Bahia Análise & Dados, Salvador, p. 357-370, 2003. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd17/cenarioges.pdf>>. Acesso em maio/2012.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. 3. ed. Piracicaba, 2002.

KIEHL, E. J. **Produção de composto e vermicomposto**. *Informe Agropecuário*. v. 22, n. 212, p. 40-52, 2001.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem. Maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, 1998.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985.

APÊNDICE A

Roteiro da Entrevista

Estou fazendo meu curso de Pós-Graduação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para o desenvolvimento de meu projeto de pesquisa, preciso de sua colaboração: responder algumas questões sobre o vinhoto. Coloque seu nome, apenas se desejar.

Empresa: _____

Área de atuação: _____

Data: _____

1. A empresa possui sistemas de contenção de poluentes?

2. A empresa investe em prevenção e campanhas sobre tal?

3. Existem medidas que são realizadas para preservação dos mananciais e rios localizados próximos à empresa?

4. O vinhoto é utilizado pela empresa na irrigação dos canaviais?

5. Você acha que existe um melhor aproveitamento do vinhoto?

6. Se hoje vocês fossem questionados sobre uma solução melhor para o vinhoto, saberiam responder?

7. Hoje após a constatação da real situação de descaso do armazenamento do vinhoto, você teria disposição para mudar isso?
