

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

FABRIZIA PANICKI SFEIR

**RESÍDUOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA:
VINHAÇA E TORTA DE FILTRO**

MONOGRAFIA

MEDIANEIRA - PR

2013

FABRIZIA PANICKI SFEIR

**RESÍDUOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA:
VINHAÇA E TORTA DE FILTRO**

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 – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof^a. Dra Cristiane Canan

MEDIANEIRA

2013



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



TERMO DE APROVAÇÃO

RESÍDUOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA:
VINHAÇA E TORTA DE FILTRO

por

FABRIZIA PANICKI SFEIR

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

Cristiane Canan
Prof.(a) Orientador(a)

Juliane Maria Bergamin Bocardí
Membro titular

Fabiana Costa de Araujo Schutz
Membro titular

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

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus que nos abre portas e nos proporciona muitas oportunidades de seguir em frente, há minha mãe e minha filha que me deram forças para seguir em frente, onde através delas encontro incentivo e conforto para continuar esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, primeiramente a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

A todos os professores que me acompanharam durante a graduação, em especial ao Prof^a. Dra Cristiane Canan, responsável pela realização deste trabalho, que teve compreensão e me deu apoio para a conclusão desta pós-graduação.

Aos meus amados pais (Maria e Nassar), obrigada pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho.

Em especial, minha mãe, pessoa que dedicou sua vida em me auxiliar e dar incentivo para minhas vitórias e dar apoio para meus desencantos, sem você eu não seria nada.

Ao meu pai (in memorium) que enquanto presente me deu forças, após cinco anos sem sua presença, sinto ainda muitas saudades e uma grande lição de vida, espero que esteja iluminando ainda mais as estrelas do céu.

A minha filha Maria Eduarda – Minha Vida!!

Querem que vos ensine o modo de chegar à ciência
verdadeira?

Aquilo que se sabe saber que se sabe;

Aquilo que não se sabe,

Saber que não se sabe; na verdade é este o saber.

Confúcio

RESUMO

SFEIR, Fabrizia Panicki. **Resíduos da indústria sucroalcooleira: vinhaça e torta de filtro**. 2012. 32 folhas. Monografia, Especialização em Ensino de Ciências - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

Este trabalho teve como objetivo destacar a importância da gestão dos resíduos industriais como componente de um sistema de gestão ambiental permanente. Com a crise do petróleo sempre em altas e baixas e o aumento do álcool na mistura da gasolina e a grande retomada na fabricação de automóveis movidos a álcool, intensificou-se nas agroindústrias canavieiras a responsabilidade por impactos ambientais como a destruição de áreas com mata nativa, perda da diversidade da produção rural e lançamento de vinhaça nos rios. Ainda hoje, tais impactos geram problemas ambientais e sociais como: erosão e poluição dos solos, poluição dos recursos hídricos por agrotóxicos, emissão de poluentes na atmosfera pela queima dos canaviais, destruição da biodiversidade e aumento do êxodo rural. Os resíduos orgânicos resultantes do processo de industrialização da cana-de-açúcar, vinhaça e torta de filtro, podem ser utilizados no solo e beneficiando a atividade agrícola, seguindo algumas normas técnicas de aplicação, como as citadas no campo e não mais como poluentes sem uma destinação adequada. As empresas que não consideram a interação com o meio ambiente, como premissa de sobrevivência, estarão se expondo ao perigo de perder futuros negócios. É crescente o número de empresários em países do primeiro mundo, que estão mudando seus processos industriais, a fim de tornarem suas empresas mais responsáveis ecologicamente.

Palavras-Chaves: Meio Ambiente. Resíduos Ambientais. Gestão Ambiental.

ABSTRACT

SFEIR, Fabrizia Panicki. **Waste of sugar industry: stillage and filter cake**. 2012. 40 folhas. Monografia, Especialização em Ensino de Ciências - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

This study aimed to highlight the importance of industrial waste management as part of an environmental management system permanent. With the oil crisis always ups and downs and the increase of alcohol in the mixture of gasoline and great recovery in automobile manufacturing alcohol-fueled, intensified in sugarcane agro responsibility for environmental impacts such as the destruction of areas with native vegetation loss diversity of rural production and release of stillage in rivers. Even today, these impacts generate environmental and social problems such as erosion and soil pollution, water pollution by pesticides, emission of pollutants into the atmosphere by the burning of fields, destruction of biodiversity and increased rural exodus. Organic waste from the process of industrialization of cane sugar, stillage and filter cake can be used in soil and benefiting the agriculture, following some rules application techniques, such as those cited in the field and not as pollutants without an appropriate destination. Companies that do not consider the interaction with the environment, as the premise of survival, are exposing themselves to the danger of losing future business. A growing number of entrepreneurs in the first world countries, who are changing their manufacturing processes in order to make their businesses more environmentally responsible.

Key words: Environment. Environmental waste. Management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.2 CANA-DE-AÇÚCAR.....	18
3.2.1 TRANSPORTE DA CANA DE AÇÚCAR.....	19
3.2.2 MOAGEM DA CANA DE AÇÚCAR.....	20
3.3 GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DA CANA DE AÇÚCAR.....	20
3.4 A FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR.....	21
3.4.1 TRATAMENTO DO CALDO.....	21
3.4.2 FILTRAÇÃO DO LODO.....	22
3.4.3 CALDO CLARIFICADO.....	22
3.4.4 EVAPORAÇÃO.....	22
3.4.5 COZIMENTO A.....	22
3.4.6 CENTRIFUGAÇÃO DE MASSA A.....	23
3.4.7 CENTRIFUGAÇÃO DE MASSA B.....	23
3.4.8 SECAGEM DO AÇÚCAR.....	23
3.4.9 ENSACAMENTO.....	24
3.5 A FABRICAÇÃO DO ÁLCOOL.....	24
VINHAÇA.....	25
3.5.1 TRATAMENTO DO CALDO.....	25
3.5.2 PRÉ-EVAPORAÇÃO.....	26
3.5.3 Preparo do Mosto.....	26
3.5.4 Fermentação.....	26
3.5.5 Centrifugação do Vinho.....	27
3.5.6 Tratamento do Fermento.....	27
3.5.7 Destilação.....	28
3.6 A VINHAÇA.....	28
4 METODOLOGIA	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 CONCEPÇÕES DOS ALUNOS.....	35
REFERÊNCIAS	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico da Produção de Álcool.....	15
Figura 2. Bagaço da cana, fonte para geração de energia.....	21
Figura 3. Fluxograma da geração de resíduos durante a fabricação do açúcar e álcool.	25
Figura 4. Usina produtora de açúcar e álcool.....	27
Figura 5. Gráfico 01- 1 ^o questão.....	35
Figura 6. Gráfico 02- 2 ^o questão.....	36
Figura 7. Gráfico 03- 3 ^o questão.....	36
Figura 8. Gráfico 04- 4 ^o questão.....	37
Figura 9. Gráfico 05- 5 ^o questão.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção da indústria sucroalcooleira 2012/2013.....	14
Tabela 2 – Safra 2012/2013.....	15
Tabela 3 – Composição média da cana-de-açúcar	18
Tabela 4 – Constituintes da Cana-de-Açúcar.....	19
Tabela 5 – Composição Química da Vinhaça (KG/m ³ Vinhaça).....	29
Tabela 6 – Composição Química da Torta de Filtro.....	30

1 INTRODUÇÃO

O mercado internacional do álcool e do açúcar está crescendo e são promissoras as expectativas para o Brasil, caso seja adotada a mistura em nível nacional de apenas 10% de álcool à gasolina, a demanda interna do combustível atinge cerca de 4,4 bilhões por mês e 12,7 bilhões litro por ano (SECEX, 2013).

O que se tem notado nos últimos anos é o aumento significativo das Indústrias Sucroalcooleiras, mesmo com a produção crescente do Biodiesel.

Com o setor sucroalcooleiro em alta vem à preocupação com a proteção do meio ambiente, pois somente algumas usinas vêm investindo em ações para sua preservação.

A questão ambiental deve continuar a ser uma preocupação para o setor sucroalcooleiro no que tange o compromisso com o desenvolvimento sustentável, pois em qualquer processo produtivo, externalidades negativas existem, não somente relacionadas ao meio ambiente, mas também nos âmbitos social e econômico (BRAGATO, 2006).

As empresas, quando geradoras de resíduos são obrigadas por lei a encontrar uma destinação final para seus resíduos, mas nem sempre isto ocorre, pois ainda algumas empresas não aplicam uma forma de gestão ambiental e tampouco são fiscalizadas por órgãos públicos.

2 OBJETIVOS

- Analisar as concepções dos alunos, de uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, sobre os principais resíduos da Indústria Sucroalcooleira;
- Desenvolver um conhecimento da utilidade desses resíduos para seu uso no meio ambiente.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A PRODUÇÃO DE ÁLCOOL NO BRASIL

Os Estados Unidos investiram em 87 usinas de álcool desde 1976, enquanto nenhuma nova refinaria de petróleo foi instalada nesse período, além disso, sempre estão criando um grande programa de incentivo à produção e comercialização de álcool e biodiesel a partir da biomassa de grãos. Esta falta de expansão da oferta de derivados do petróleo pressiona os preços para cima devido ao limite de capacidade de produção (TORQUATO, 2006). Na tabela 1 está apresentada a produção da indústria sucroalcooleira em regiões brasileiras em 2012/2013.

TABELA 1 – Produção da indústria sucroalcooleira 2012/2013

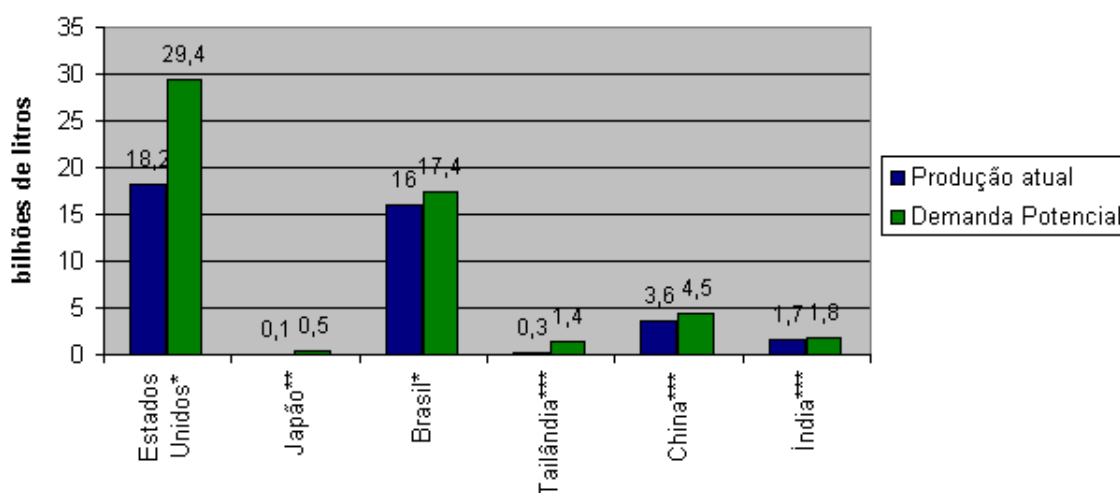
REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 2011/12	Safra 2012/13	VAR. %	Safra 2011/12	Safra 2012/13	VAR. %	Safra 2011/12	Safra 2012/13	VAR. %
NORTE	34,4	45,1	31,00	73.547	76.870	4,52	2.530,0	3.465,3	37,00
RO	2,770	3,690	33,20	56.782	78.600	38,40	157,3	290,0	84,40
AC	0,570	0,600	5,00	92.352	92.000	(0,40)	52,6	55,2	4,90
AM	3,780	3,760	(0,45)	75.924	75.990	0,10	287,0	285,7	(0,40)
PA	12,570	12,570	-	53.000	70.822	33,60	666,2	890,2	33,60
TO	14,710	24,460	66,30	92.925	79.483	(14,5)	1.366,9	1.944,2	42,2
NORDESTE	1.120,1	1.095,3	(2,20)	60.287	60.898	1,00	67.529,0	66.702,1	(1,20)
MA	39,570	37,590	(5,00)	59.383	62.000	4,40	2.349,8	2.330,6	(0,80)
PI	13,910	14,810	6,50	71.310	70.000	(1,80)	991,9	1.036,7	4,50
CE	3,420	2,940	(14,00)	70.100	70.000	(0,10)	239,7	205,8	(14,20)
RN	62,260	61,950	(0,50)	51.534	52.650	2,20	3.208,5	3.261,7	1,70
PB	122,590	129,820	5,90	53.071	55.210	4,00	6.506,0	7.167,4	10,20
PE	326,110	298,390	(8,50)	56.515	57.050	0,90	18.430,1	17.023,1	(7,60)
AL	463,650	458,090	(1,20)	64.350	63.960	(0,60)	29.835,9	29.299,4	(1,80)
SE	37,260	37,630	1,00	66.000	66.000	-	2.459,2	2.483,6	1,00
BA	51,360	54,080	5,30	68.300	72.000	5,40	3.507,9	3.893,8	11,00
CENTRO-OESTE	1.379,4	1.505,2	9,10	69.282	69.639	0,52	95.566,2	104.819,5	9,70
MT	220,090	232,190	5,50	61.547	65.000	5,60	13.545,9	15.092,4	11,40
MS	480,860	540,970	12,50	70.682	70.100	(0,80)	33.988,2	37.922,0	11,60
GO	678,420	732,020	7,90	70.800	70.770	-	48.032,1	51.805,1	7,90
SUDESTE	5.221,0	5.305,8	1,60	69.760	72.337	3,70	364.212,4	383.803,6	5,40
MG	742,650	768,640	3,50	67.204	70.815	5,40	49.909,1	54.431,2	9,10
ES	66,930	71,850	7,35	62.224	60.550	(2,70)	4.164,7	4.350,5	4,50
RJ	41,310	38,830	(6,00)	50.000	48.700	(2,60)	2.065,5	1.891,0	(8,40)
SP	4.370,080	4.426,450	1,29	70.496	73.000	3,60	308.073,2	323.130,9	4,90
SUL	613,1	615,9	0,40	67.850	70.453	3,80	41.601,8	43.388,3	4,30
PR	611,440	614,010	0,42	67.900	70.484	3,80	41.516,8	43.277,9	4,20
RS	1,700	1,840	8,00	50.000	60.000	20,00	85,0	110,4	29,90
NORTE/NORDESTE	1.154,5	1.140,4	(1,20)	60.682	61.530	1,40	70.059,0	70.167,4	0,20
CENTRO-SUL	7.213,5	7.426,8	3,00	69.506	71.634	3,10	501.380,3	532.011,4	6,10
BRASIL	8.368,0	8.567,2	2,40	68.289	70.289	2,90	571.439,3	602.178,8	5,40

FONTE: CONAB - 1º Levantamento: Abril de 2012.

Não é necessário ser um especialista em economia para saber que o custo do petróleo implica diretamente com elementos indicadores da estabilidade econômica de qualquer país. Sendo o petróleo a energia principal que faz mover todos os setores da economia, é lógico que esses mesmos setores sejam abalados sempre que haja qualquer alteração no custo da matéria-prima.

O Brasil tem a ganhar devido a demanda por energias alternativas, por isso tem viabilizado diversas iniciativas das quais o álcool de cana-de-açúcar é a mais proeminente em termos de sustentabilidade, capacidade de oferta e custo de produção. E outro fator é que em poucos anos será alcançado o pico da produção mundial de petróleo (Pico de Hubbert), que sinaliza uma urgência na mudança da matriz energética do mundo, substituindo fontes não renováveis por fontes renováveis.

Em inúmeros países, o álcool é utilizado com o objetivo de diminuir a dependência do petróleo, adotar matriz energética mais limpa, equilibrar os preços da matéria-prima de acordo com o custo do álcool e administrar políticas de geração de renda, como gerar energia elétrica e aproveitar subprodutos da produção de etanol (sobretudo em países em desenvolvimento), entre outros. O interesse pela utilização de álcool gera uma demanda potencial, que é apresentada na Figura 1, com a produção de álcool pelos principais países produtores.



*Projeção para 2012, **Projeção para 2010. Fonte: Maistro e Cabrini (2007)

Figura 1. Projeção de produção de álcool para 2010 e 2012 em bilhões de litros.

Portanto, destaca-se a importância de explorar os custos de produção do setor sucroalcooleiro, principalmente em pequenas regiões, cuja atividade tem grande relevância, justificando assim a existência e a importância da presente pesquisa. A demanda externa desse produto cresce a cada ano, em parte pela necessidade de reduzir a emissão de poluentes na atmosfera, de tal forma que o Brasil exportou 4,72 bilhões de litros de álcool na safra de 2008/2009, com crescimento de 27,5% (UNICA, 2011). O volume recuou para 2,75 bilhões de litros em 2009/2010 e 1,8 bilhões de litros em 2010/2011, ou seja, uma queda de 60% em três anos, o que em grande parte pode estar relacionado a barreiras protecionistas, aumento da concorrência e fontes alternativas de combustíveis (ANÁLISE ENERGIA, 2011).

A conquista do mercado nacional se deu no ano de 2002 com o lançamento dos veículos *flex-fuel* e também com a importância do álcool como um combustível renovável.

E com isso cresce proporcionalmente o impacto ambiental gerado pelo crescimento do setor sucroalcooleiro. A agroindústria canavieira foi responsável por impactos ambientais como a destruição de áreas com mata nativa, perda da diversidade da produção rural e lançamento de vinhaça nos rios. E ainda hoje gera problemas ambientais e sociais, tais como: erosão e poluição dos solos, poluição dos recursos hídricos por agrotóxicos, emissão de poluentes na atmosfera pela queima dos canaviais, destruição da biodiversidade, eliminação das pequenas e médias empresas agrícolas e aumento do êxodo rural. Por outro lado, a adoção do álcool combustível melhorou a qualidade do ar nas cidades brasileiras, substituindo substâncias tóxicas nos combustíveis de veículos automotores. Portanto, sua relação custo/benefício merece um estudo aprimorado, uma vez que a indústria açucareira é afetada pelas novas possibilidades tecnológicas, administrativas, jurídicas e políticas.

TABELA 2 – Safra 2012/2013

(Em 1.000 toneladas)

REGIÃO/UF	INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA		
	TOTAL	AÇÚCAR	ETANOL
NORTE	3.465,3	526,6	2.938,7
RO	290,0	-	290,0
AC	55,2	-	55,2
AM	285,7	157,1	128,6
PA	890,2	369,4	520,8
TO	1.944,2	-	1.944,2
NORDESTE	66.702,1	40.477,7	26.224,4
MA	2.330,6	118,9	2.211,7
PI	1.036,7	490,4	546,3
CE	205,8	-	205,8
RN	3.261,7	1.885,3	1.376,4
PB	7.167,4	2.307,9	4.859,5
PE	17.023,1	12.985,2	4.037,9
AL	29.299,4	20.802,6	8.496,8
SE	2.483,6	797,2	1.686,4
BA	3.893,8	1.090,3	2.803,5
CENTRO-OESTE	104.819,5	33.702,2	71.117,3
MT	15.092,4	3.501,4	11.591,0
MS	37.922,0	14.296,6	23.625,4
GO	51.805,1	15.904,2	35.900,9
SUDESTE	383.803,6	199.268,8	184.534,8
MG	54.431,2	27.063,2	27.368,0
ES	4.350,5	1.131,1	3.219,4
RJ	1.891,0	946,1	944,9
SP	323.130,9	170.128,4	153.002,5
SUL	43.388,3	25.966,7	17.421,6
PR	43.277,9	25.966,7	17.311,2
RS	110,4	-	110,4
NORTE/NORDESTE	70.167,4	41.004,2	29.163,2
CENTRO-SUL	532.011,4	258.937,7	273.073,7
BRASIL	602.178,8	299.942,0	302.236,8

FONTE: CONAB - 1º Levantamento: Abril de 2012.

Com o aquecimento do setor sucroalcooleiro cresce junto os problemas referentes ao meio ambiente de responsabilidade das empresas. Que gera riqueza ao país, porém gera consigo uma quantidade considerável de resíduos industriais,

dentre os quais destacamos neste trabalho a fim de sofrerem uma melhor análise, a Torta de Filtro e a Vinhaça.

O destino final dos resíduos industriais é hoje um problema a ser enfrentado em curto prazo por parte das empresas do setor sucroalcooleiros. Estas empresas, numa primeira etapa investiram em insumos de produção, dando prioridade para o processo produtivo não priorizando os resíduos industriais.

3.2 CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma planta da família das gramíneas (*Saccharum officinarum* L.) cultivada nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, ela é a base para a produção de açúcar, álcool e outros subprodutos, sua composição química é apresentada na Tabela 1.

TABELA 03. Composição média da cana-de-açúcar

COMPOSIÇÃO	TEOR (%)
ÁGUA	65 – 75
AÇÚCARES	11 - 18
FIBRAS	8 – 14
SÓLIDOS SOLÚVEIS	12 – 23

Fonte: Caderno Copersucar (1988).

Entre as substâncias encontradas na cana-de-açúcar, a mais importante é a sacarose, que é um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e uma de frutose. A cana-de-açúcar é plantada e quando atinge seu ponto de maturação, está pronta para o corte, então é transportada até as usinas para ser processada, antes desse processamento a cana passa pela pesagem, amostragem, análise de qualidade, descarregamento para então ser armazenada, depois passa pelo processo de extração do caldo, seguindo para a fabricação de açúcar ou de álcool. Segundo (LANZOTTI, 2000).

Através do controle e planejamento dos canaviais, é montado um programa de corte baseado na maturação da cana-de-açúcar. Dessa forma têm-se áreas com cana-de-açúcar plantadas que vai estar próprias para o corte em momentos diferentes, o que permite seu manejo. O corte pode ser realizado manualmente ou realizado por colhedoiras em várias regiões a mão de obra humana já está sendo substituída por colhedoiras.

TABELA 4. Constituintes da cana-de-açúcar

CONSTITUINTES	SÓLIDOS SÓLVEIS (%)
AÇÚCARES	75 – 93
- Sacarose	70 – 91
- Glicose	2 – 4
- Frutose	2 – 4
SAIS	3 – 5
- Ácidos Orgânicos	1,5 - 4,5
- Ácidos Inorgânicos	1,0 – 3,0
PROTEÍNAS	0,5 – 0,6
AMIDO	0,001 – 0,05
CANAS	0,3 – 0,6
CERAS E GRAXAS	0,05 – 0,15
CORANTES	3 – 5

Fonte: Caderno Copersucar (1988).

3.2.1 Transporte da Cana de Açúcar

O transporte da lavoura até a unidade industrial é feito por caminhões, cada carga transportada pesa aproximadamente 16 toneladas, hoje há caminhões com capacidade de até três ou quatro carrocerias em conjunto, o que aumenta muito a capacidade do transporte canavieiro. Depois de cortada e transportada para a usina, a cana-de-açúcar é enviada para a moagem, onde inicia-se o processo de fabricação do açúcar e do álcool.

3.2.2 Moagem da Cana de Açúcar

A cana-de-açúcar chega à unidade industrial e é processada o mais rápido possível para que se mantenha as moléculas de açúcar intactas sem perdas de seus nutrientes, este sincronismo entre o corte, transporte e moagem são importantíssimos para a qualidade da matéria prima, pois a cana-de-açúcar é sujeita a contaminações e conseqüentemente de fácil deterioração. A média de moagem de uma usina é de aproximadamente 9.000 toneladas por dia.

Antes da moagem, a cana-de-açúcar é lavada nas mesas alimentadoras onde passa pelo processo de lavagem para diminuir a sujeira de terra que vem do canavial, após as mesas de lavagem a cana-de-açúcar passa por picadores que trituram os colmos, preparando-a para moagem. Neste processo as células da cana-de-açúcar são abertas sem perda do caldo, após o preparo a cana desfibrada é enviada a moenda para ser moída para extração do caldo da cana.

Na moenda a cana desfibrada é exposta entre rolos submetidos a uma pressão de aproximadamente 250 kg/cm^2 , expulsando o caldo do interior das células, este processo se repete por aproximadamente seis vezes continuamente. Adiciona-se água numa proporção de 30%, a este processo se dá o nome de embebição composta, cuja função é embeber o interior das células da cana-de-açúcar diluindo o açúcar ali existente para que aja um aumento da eficiência da extração do caldo, ou seja, uma extração de cerca de 96% do açúcar contido nessa cana. O caldo extraído vai para o processo de tratamento do caldo e o resíduo denominado bagaço para as caldeiras que servirá de alimentação para as mesmas produzirem energia.

3.3 GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DA CANA DE AÇÚCAR

O bagaço que sai da moenda com muito pouco açúcar e com umidade de aproximadamente 50% é transportado para as caldeiras onde é queimado para

gerar vapor, que se destina a todas as necessidades que envolvem o acionamento das máquinas pesadas, geração de energia elétrica e o processo de fabricação de açúcar e álcool.

A sobra de bagaço pode ser vendida para outras indústrias, o bagaço (Figura 2) é muito importante na unidade industrial, tem grande valor comercial, pois se trata do combustível para todo o processo produtivo de uma usina ou indústria.



Figura 2. Bagaço da cana, fonte para geração de energia

3.4 A FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR

3.4.1 Tratamento do Caldo

O caldo extraído da moenda é chamado de caldo misto, é um caldo impuro sendo necessário passar por um processo de clarificação para retirada de sólidos em suspensão, esse caldo é sulfitado e caleado, esse processo recebe o nome de dosagem, pois a adição de enxofre e cal facilita a floculação das substâncias coloidais.

Após a dosagem o caldo é aquecido a 107°C em aquecedores verticais e enviando a clarificadores que retém o caldo por aproximadamente 3 horas em regime contínuo, neste período de retenção ocorrem reações de floculação e precipitação do material em suspensão que são retirados na forma de lodo. O caldo

limpo, ou seja, clarificado segue o processo para evaporação e o lodo irá para filtração a vácuo onde é recuperada a sacarose ainda existente.

3.4.2 Filtração do Lodo

Como o lodo ainda é rico em sacarose, é feito uma filtração nos filtros rotativos a vácuo para succionar o material líquido, chamado de caldo filtrado, que sofrera novo tratamento de clarificação. O material sólido retido nas telas dos filtros é denominado torta de filtro, esta é enviada à lavoura para utilização como adubo, sendo um resíduo orgânico gerado pelo processo.

3.4.3 Caldo Clarificado

O caldo clarificado obtido da decantação do caldo é enviado para a evaporação.

3.4.4 Evaporação

O caldo clarificado com aproximadamente 15°Brix entra em um conjunto de evaporadores de múltiplo efeito para a retirada de maior parte da água, concentrando até cerca de 65°Brix, tomando consistência de um xarope. Este xarope é bombeado aos tachos de cozimento para a cristalização do açúcar.

O termo “Brix”, mencionado acima significa porcentagem de peso de sólidos solúveis em uma solução aquosa.

3.4.5 Cozimento A

Os tachos de cozimento são equipamentos que continuam a evaporação do xarope, tornando o meio supersaturado dando as condições necessárias á cristalização da sacarose. O produto obtido nesse cozimento é a massa A. Esta massa A é uma mistura de cristais de açúcar e o seu correspondente licor-mãe (mel), de onde foi obtido a cristalização do açúcar.

3.4.6 Centrifugação de Massa A

A massa A é um produto que contém cristais de aproximadamente 0,5 mm envolvidos numa película de mel. Na centrifugação ocorre a separação do mel, denominado mel A, que irá para os tachos de cozimento B, e açúcar propriamente dito, que é enviado ao secador de açúcar.

3.4.7 Centrifugação de Massa B

A massa B é um produto que contém cristais de aproximadamente 0,2 mm e melaço. Na centrifugação, os cristais são separados do mel B (ou melaço) onde o magma (cristais de açúcar B) será utilizado como núcleo para o cozimento A e o melaço é enviado para a fabricação do álcool.

3.4.8 Secagem do Açúcar

Nesta etapa o açúcar passa no secador para a retirada da umidade contida nos cristais, na saída do secador o açúcar é enviado por esteiras sanitárias até a moega de açúcar (reservatório próprio para açúcar), de onde é feito o ensacamento.

3.4.9 Ensacamento

O açúcar é ensacado em sacos de 50 kg ou em contêineres (big-bag) de 1000 kg.

3.5 A FABRICAÇÃO DO ÁLCOOL

A fabricação de álcool numa Usina, geralmente é uma unidade anexa, portanto o processo de moagem de cana-de-açúcar é o mesmo já descrito anteriormente para a fabricação do açúcar.

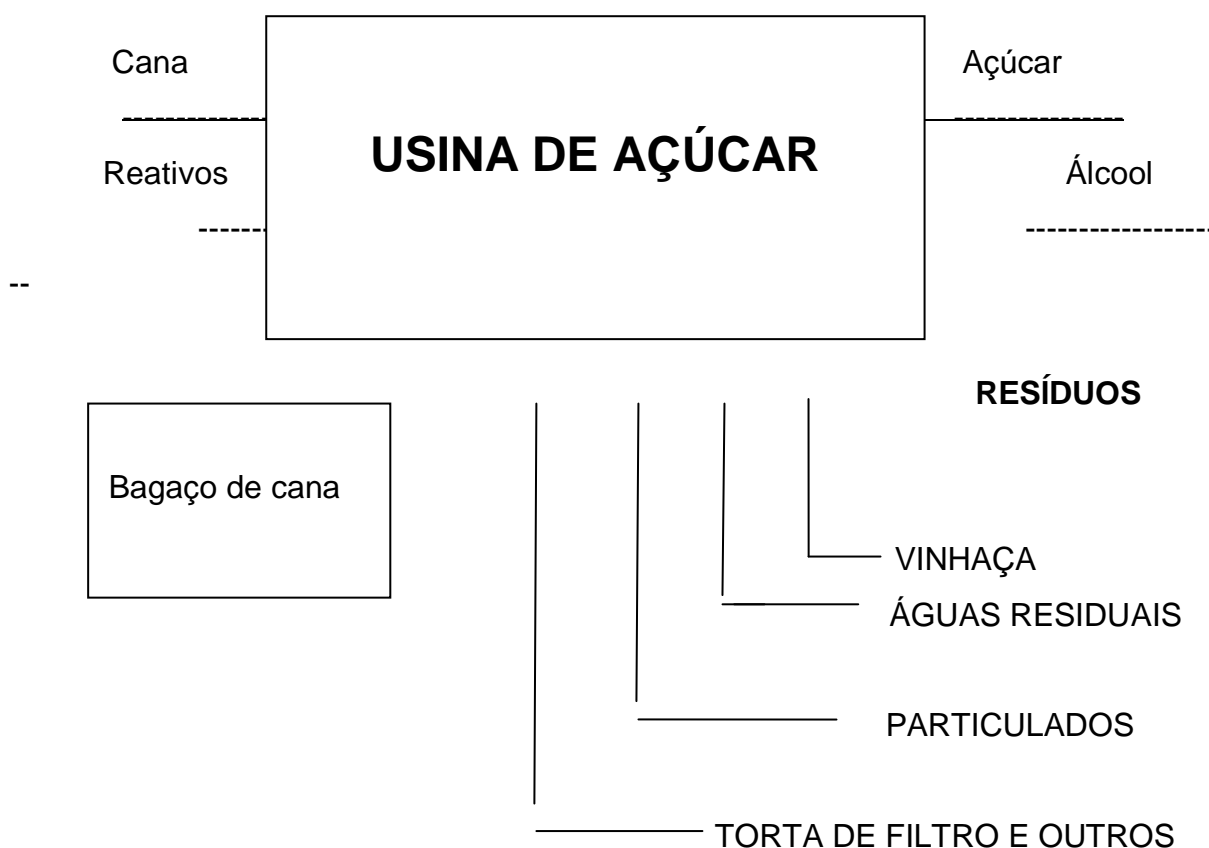
MATÉRIAS-PRIMAS**PRODUTOS**

Figura 3. Fluxograma da geração de resíduos durante a fabricação do açúcar e álcool. Fonte: da autora.

3.5.1 Tratamento do Caldo

Parte do caldo é utilizado na fabricação de açúcar e desviado para tratamento específico para fabricação do álcool. Este tratamento consiste em aquecer o caldo a 105°C sem adição de produtos químicos, e após isto, decantá-lo, após sua decantação o caldo clarificado irá para a pré-evaporação e o lodo para novo tratamento.

3.5.2 Pré-evaporação

Na pré-evaporação o caldo é aquecido a 115⁰C, evapora água e é concentrado a 20⁰ Brix, este aquecimento favorece a fermentação por fazer uma esterilização das bactérias e leveduras selvagens que concorreriam com a levedura do processo de fermentação.

3.5.3 Preparo do Mosto

Mosto é o material fermentescível previamente preparado, é composto de caldo clarificado, melaço e água. O caldo quente que vem do pré-evaporador é resfriado a 30^o C em trocadores de calor tipo placas e enviado às dornas de fermentação. No preparo do mosto definem-se as condições gerais de trabalho para a condução da fermentação como, regulagem da vazão, teor de açúcares e temperatura, nível de infecção, nível de nutrientes.

3.5.4 Fermentação

É na fermentação que ocorre a transformação dos açúcares em etanol, ou seja, do açúcar em álcool, utiliza-se uma levedura especial para a fermentação alcoólica, a *Saccharomyces uvarum*. No processo de transformação dos açúcares em etanol há desprendimento de gás carbônico e calor, portanto, é necessário que as dornas sejam fechadas para recuperar o álcool arrastado pelo gás carbônico e o uso de trocadores de calor para manter a temperatura nas condições ideais para as leveduras. A fermentação é chamado de vinho, esse vinho contém cerca de 9,5 % de álcool, seu tempo de fermentação é de 6 a 8 horas. A figura 5 apresenta as Dornas de fermentação.



Figura 4. Usina produtora de açúcar e álcool.

Fonte: Usina São Fernando Açúcar e Álcool (Processo Fermentação)

3.5.5 Centrifugação do Vinho

Após a fermentação a levedura é recuperada do processo por centrifugação, em separadores que separam o fermento do vinho, esse vinho delevurado irá para aparelhos de destilação onde o álcool é separado, concentrado e purificado. O fermento, com uma concentração de aproximadamente 60% é enviado às cubas de tratamento.

3.5.6 Tratamento do Fermento

A levedura após passar pelo processo de fermentação se desgasta por ficar exposta a teores alcoólicos elevados, após a separação do fermento do vinho, o fermento a 60% é diluído a 25% com adição de água, ajusta-se o pH em torno de

2,8 a 3,0 adicionando-se ácido sulfúrico e antibióticos que também tem efeito desfloculante e bacteriostático.

O tratamento é contínuo e tem um tempo de retenção de aproximadamente uma hora. O fermento tratado volta ao primeiro estágio para começar um novo ciclo fermentativo; eventualmente é usado bactericida para o controle da população contaminante.

3.5.7 Destilação

O vinho com 9,5 % em álcool é enviado aos aparelhos de destilação, sendo que é possível a produção de álcool neutro, industrial e carburante.

Na destilação do vinho resulta o subproduto importante, a vinhaça, rica em água, matéria orgânica, nitrogênio, potássio e fósforo, é utilizada na lavoura para irrigação da cana, na chamada fertirrigação.

3.6 A VINHAÇA

A vinhaça é um resíduo resultante da fabricação do álcool sendo que para a produção de um litro de álcool são produzidos de 10 a 14 litros de vinhaça. Até duas décadas atrás este resíduo causava grandes danos ambientais porque era descartado sem nenhum tratamento nos rios, provocando a contaminação das águas e a morte de peixes e outros animais silvestres.

Atualmente é usada como fertilizante nas lavouras de cana-de-açúcar contribuindo para a produtividade econômica agrícola. Uma aplicação de 150m³ de vinhaça por hectare equivale a uma adubação de 61 kg/ha de nitrogênio, 40 kg/ha de fósforo, 343 kg/ha de potássio, 108 kg/ha de cálcio e 80 kg/ha de enxofre, uma economia significativa para as Usinas.

A vinhaça pode ser aplicada por distribuição em sulcos e canais, caminhões tanques ou por linhas subterrâneas de fibras, para que não haja risco de salinização

do solo, é necessário considerar sua composição química e morfológica e o tipo específico da vinhaça para a correta aplicação (LANZOTTI, 2000).

TABELA 05. Composição química da vinhaça (kg/m³ vinhaça)

MOSTO			
COMPONENTES	MELAÇO	MISTO	CALDO
N	0,7 – 0,8	0,3 – 0,5	0,2 - 0,4
P ₂ O ₅	0,1 – 0,4	0,1 – 0,8	0,1 – 0,5
K ₂ O	3,5 – 7,6	2,1 – 3,4	1,1 – 2,0
CaO	1,8 – 2,4	0,6 – 1,5	0,1 – 0,8
MgO	0,8 – 1,4	0,3 – 0,6	0,2 – 0,4
SO ₄	1,5	1,6	2,0
Matéria orgânica	37,3 – 56,9	19,1 – 45,1	15,3 – 34,7
pH	4,0 – 4,5	3,5 – 4,5	3,5 – 4,0

Fonte: LANZOTTI (2000).

Além da fertirrigação, a vinhaça pode ser aproveitada utilizando-se métodos de tratamento que requerem maiores investimentos, a vinhaça em uma concentração de 60%, pode ser usada como fertilizante, após esta concentração ela pode ser seca por automatização, sendo o pó obtido usado como complemento de ração ou incinerado para geração de vapor e obtenção de cinzas potássios para o uso como fertilizantes. Pode ser usada na geração de metano (combustível) pela fermentação anaeróbica que produz como resíduo um biofertilizante de uso agrícola. (CAMARGO,1990).

3.7 A TORTA DE FILTRO

A torta de filtro é produzida no processo de clarificação do caldo onde, para cada tonelada de cana moída, são produzidas de 30 a 40 kg de torta de filtro, de acordo com (LANZOTTI, 2000). Sua composição química em percentual de matéria

seca e umidade de 75% está apresentada na Tabela 4. A torta de filtro auxilia na retenção de umidade do solo e ainda produz um efeito condicionador.

TABELA 6. Composição química da torta de filtro

Matéria orgânica	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cinzas
85,14	36,52	1,41	1,04	0,72	5,46	0,56	14,86

Fonte: LANZOTTI, 2000.

3.7.1 Utilização de torta de filtro como substrato para a produção de mudas de hortaliças

Verificou-se o uso potencial do composto orgânico torta de filtro (um resíduo da indústria canavieira) como substrato para a produção de mudas de hortaliças. Sementes de pepino, tomate e repolho foram plantadas em bandejas de polipropileno expandido nos seguintes meios de enraizamento: Plantimax, Bioterra e torta de filtro acrescida de nutrientes (adubo SPS). Aos 22 dias após a semeadura foram avaliados parâmetros fisiológicos das mudas relacionados ao crescimento, tais como: número e comprimento total de raízes, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes. O substrato torta de filtro apresentou melhores resultados em relação aos outros dois substratos comerciais testados, em termos absolutos. Desta forma, o uso da torta de filtro como substrato para a produção de mudas de hortaliças se caracteriza como uma alternativa viável.

3.8 GESTÃO AMBIENTAL

A Gestão Ambiental é o comprometimento das empresas com a política de meio ambiente, expressa em planos, programas e procedimentos específicos, visando à melhoria contínua do seu desempenho.

Uma opção para o controle e Gestão Ambiental para as organizações é a implantação de um sistema de gestão ambiental: a Norma ISO série 14001 que define sistemas de gestão ambiental como a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental.

Um sistema de Gestão Ambiental (SGA) é importante devido á valorização que se tem dado ás empresas que já têm o sistema implantado e em funcionamento. A formatação é básica para todas as empresas, procura dar ênfase a aspectos que agregam um maior valor num sistema de gestão ambiental (IDEA NEWS 2006).

Os resíduos da própria agricultura também podem ser usados no solo e beneficiar a atividade agrícola. Dentre os resíduos agroindustriais há os resultantes da indústria sucroalcooleira; a vinhaça gerada pela destilação do caldo de cana fermentado para obtenção do álcool e a torta de filtro, vinda da filtragem do caldo de cana.

O aproveitamento da vinhaça pelo setor sucroalcooleiro já é um fator de diferenciação em produtividade e longevidade do canavial da bioenergia do Brasil. O sistema de fertirrigação por vinhaça tornou-se o preferido pela área agrícola, a vinhaça é o principal efluente das destilarias de álcool, por sua riqueza em nutrientes como, por exemplo, o potássio, em razão disto é natural que tenha se transformado em uma importante fonte de reciclagem de fertilizantes, substituindo em algumas regiões a adubação mineral de soqueira.

Mas o custo por hectare adubado com vinhaça é maior do que o adubado com adubo mineral, já que a infra - estrutura necessária é bastante complexa, porém se ganha com a melhoria com o meio ambiente com um fim correto do resíduo extraído do processo produtivo e o outro fator é a imagem da empresa fator essencial no mercado globalizado.

A aplicação de vinhaça no solo é permitida segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental- CETESB, desde que as empresas sigam os termos do artigo 57 do regulamento da Lei 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto 8.468, de 08 de setembro de 1976.

As portarias de extinto Ministério do Interior nº 323, de 1978 e de 29 de novembro de 1978 e nº 158 de 03 de novembro de 1980 que proíbem o lançamento direto ou indireto da vinhaça em qualquer coleção hídrica e nº 124, de 30 de agosto

de 1980 que dispõe sobre o armazenamento de substâncias capazes de causar poluição hídrica.

E para que haja aplicação da vinhaça nos canaviais a mesma deverá elaborar um procedimento criterioso. E devem atender às seguintes condições:

A) Não estar contida no domínio das Áreas de Preservação Permanente – APP ou reserva legal, definidas no Código Florestal- Lei Federal n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, modificada pela Lei Federal nº 7.803, de julho de 1989, nem nos limites da zona de amortecimentos definidos para as unidades de conservação de proteção integral.

B) No caso da área estar localizada no domínio de Área de Proteção Ambiental- APA, a aplicação de vinhaça não poderá estar em desacordo com seus regulamentos. Mas caso a área esteja localizada no domínio da APA estadual não regulamentada, a aplicação de vinhaça deverá ser aprovada pelo seu órgão gestor.

C) Não estar contida no domínio de área de proteção de poços.

D) Estar afastada, no mínimo, 15 metros da área de domínio das ferrovias e rodovias federais e estaduais.

E) Estar afastada, no mínimo, 1000 metros dos núcleos populacionais compreendidos na área do perímetro urbano. Essa distância de afastamento poderá a critério do órgão regulamentador ser ampliada quando as condições ambientais, incluindo climática exigirem tal ampliação.

F) Estar afastada, no mínimo, 50 metros de áreas de proteção permanente – APP, e com proteção por terraços de segurança.

G) No caso de áreas com declividades superiores a 15%, deverão ser adotadas medidas de segurança adequadas à preservação de erosão.

H) Deverá ser instalada nas áreas dos tanques, uma quantidade mínima de 04 poços de monitoramento, sendo 01 à montante e 03 à jusante, localizados de acordo com o mapa potencio métricos e construídos as Normas NBR 13.895- Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem, da ABNT.

l) Na água coletada dos poços de monitoramento, deverão ser determinados os seguintes parâmetros, devendo os mesmos atender aos padrões da legislação penitente (pH, dureza, sulfato, manganês, alumínio, ferro, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio Kjeldhal total, potássio, cálcio, cloreto, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica e fenóis).

Sendo aplicada de forma correta e ordenada, a vinhaça pode ser eficaz fertilizante orgânico, desde que o processo de aproveitamento do resíduo siga rigorosamente os padrões agrônômicos com critérios técnicos e sem agressão ao meio ambiente.

Outro sistema de controle de resíduos utilizado pelo setor sucroalcooleiro refere-se à torta de filtro, subproduto da fabricação de açúcar por filtração, obtido em equipamentos rotativos para extração da sacarose residual da borra, que são materiais decantados, resultantes da clarificação do caldo de cana-de-açúcar.

Através desse processo as impurezas removidas deverão ser direcionadas para um caminho preparado para que realize o transporte até o campo onde este composto será usado como adubo e esterco, misturado à terra. A produção da torta de filtro é da ordem aproximada de 2,5 a 3,5 % da cana moída. É utilizada principalmente como fertilizante orgânico de soqueiras, ou aplicado em área total, incorporado na camada arável do solo.

A torta de filtro é um adubo orgânico que proporciona resultados espetaculares. O produto é rico em fósforo, além de ser fonte de cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes, além dos benefícios à agricultura, a grande vantagem da utilização desses resíduos é retornar ao solo o que a planta extraiu segundo CASAGRANDE (2006).

4 METODOLOGIA

4.1 RECONHECER OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Foram selecionados 25 alunos de uma escola estadual que funciona em três turnos. A turma selecionada estuda no turno da manhã e é considerada pelos professores como composta por alunos que apresentam um grau de dificuldade maior em comparação às outras turmas de 9º ano. Vale ressaltar que a escola fica em um bairro afastado que envolve uma comunidade carente de informações.

Para esta turma foi aplicado um pré-teste com a intenção de identificar as ideias que os alunos possuem sobre alguns conceitos das usinas sucroalcooleiras que fazem parte de nossa região. Foram analisados os questionários previamente e com base nos resultados foi construída uma proposta alternativa de conteúdo usando os principais resíduos: Vinhaça e Torta de Filtro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONCEPÇÕES DOS ALUNOS

Com o objetivo de pesquisar os conhecimentos prévios que os alunos possuíam a respeito das indústrias sucroalcooleiras, foi proposto um instrumento de coleta de dados com o intuito de identificar essas concepções. Além de diagnosticar os conhecimentos dos estudantes, essa atividade serviu também para aguçar o interesse e a curiosidade dos alunos a respeito do assunto. Após aplicação do questionário, começou-se a trabalhar o assunto sobre resíduos industriais.

Segue abaixo as respostas e análise do questionário:

1ª QUESTÃO - “VOCÊ JÁ OUVIU FALAR EM RESÍDUOS INDUSTRIAIS?”

O objetivo desta questão foi identificar a concepção dos estudantes sobre os resíduos industriais. As respostas estão demonstradas no gráfico abaixo:

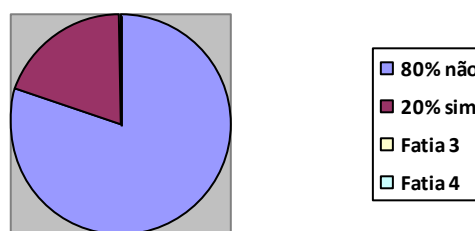


Gráfico 01. Primeira questão do questionário.

Pelas respostas no Gráfico 1, percebemos que apesar de termos indústrias sucroalcooleiras em nossa região, 80% dos alunos desconhecem esse assunto, somente 20% já ouviram falar.

2ª QUESTÃO - “EM NOSSA REGIÃO TEMOS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS, JÁ OUVIU FALAR EM VINHAÇA E TORTA DE FILTRO.”

A intenção deste questionamento foi identificar as concepções dos estudantes sobre os impactos ambientais causados por esses resíduos. As respostas estão demonstradas no gráfico abaixo:

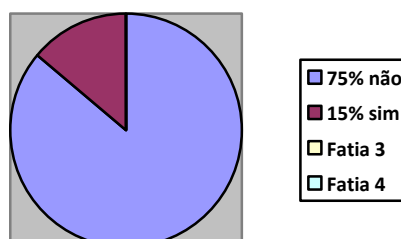


Gráfico 02- Segunda questão do questionário.

De acordo com o Gráfico 2 foi possível observar que um número considerável de alunos não tem conhecimento dos impactos ambientais que o uso incorreto desses resíduos pode causar ao meio ambiente.

3ª QUESTÃO - “SABE QUAL A IMPORTÂNCIA DESSES RESÍDUOS PARA O NOSSO MEIO AMBIENTE.”

Tive a pretensão de identificar as idéias dos estudantes sobre a ação benéfica desses resíduos para o meio ambiente. As respostas estão demonstradas no gráfico abaixo:

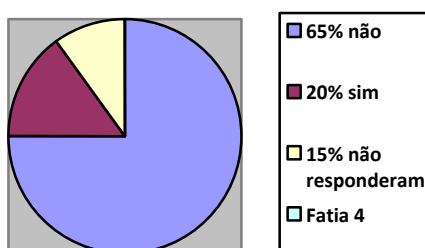


Gráfico 03 – Terceira questão do questionário.

Pela análise do Gráfico 3, vimos que não conhecem a importância desses resíduos para a utilização dos mesmos para o meio ambiente.

4ª QUESTÃO - “PODERIA CITAR UM EXEMPLO DE SEU USO.”

Foi colocada essa questão com o intuito de identificar a curiosidade dos alunos pela fertirrigação utilizada por essas indústrias em seus canaviais. As respostas estão demonstradas no gráfico abaixo:

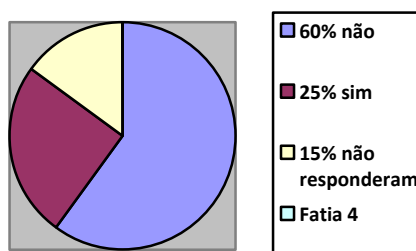


Gráfico 04 – Quarta questão do questionário.

Analisando os dados do Gráfico 4, verificamos que mesmo tendo em nossa região o funcionamento dessas indústrias, não é familiar aos alunos, tendo em vista o uso desse processo em nossos canaviais. Houve citações a respeito do cheiro que esses resíduos promovem mais não o questionamento do por que.

5ª QUESTÃO - “O QUE ACHA A RESPEITO DESSE TEMA E COMO VOCÊ DEFINE O USO DESSES RESÍDUOS.”

Minha intenção foi identificar a concepção dos estudantes sobre a função desses resíduos e sua importância para o meio ambiente. As respostas estão demonstradas no gráfico abaixo:

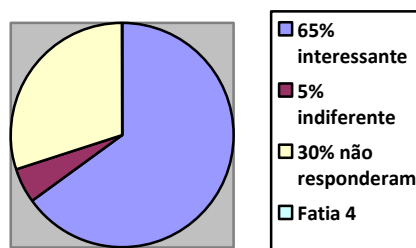


Gráfico 05 – Quinta questão do questionário.

De acordo com as respostas apresentadas no Gráfico 5, percebemos que o processo de fertirrigação depois de explicações foi compreendido pela maioria, onde despertou o interesse dos estudantes pelo tema proposto neste trabalho.

Com base nos resultados obtidos, pode-se considerar que o desenvolvimento do tema resíduo industriais poderá contribuir de maneira significativa para melhoria do ensino de ciências no Ensino Fundamental, tendo em vista a oportunidade que o assunto proporciona ao professor de conduzir o trabalho de forma interativa e interdisciplinar.

6 CONCLUSÃO

Os resíduos orgânicos resultantes do processo de industrialização da cana-de-açúcar, vinhaça e torta de filtro, podem ser utilizados no solo e beneficiando a atividade agrícola, seguindo algumas normas técnicas de aplicação, como as citadas no campo e não mais como poluentes sem uma destinação adequada.

As empresas que não consideram a interação com o meio ambiente, como premissa de sobrevivência, estarão se expondo ao perigo de perder futuros negócios. É crescente o número de empresários em países do primeiro mundo, que estão mudando seus processos industriais, a fim de tornarem suas empresas mais responsáveis ecologicamente.

A aplicação desse trabalho expôs aos alunos a importância de reaproveitamento desses resíduos das indústrias sucroalcooleiras, pois mesmo tendo essas empresas em nossa região, não havia despertado esse interesse social em nossa comunidade, pois muitos de nossa comunidade prestam serviço para essas indústrias sem ao menos saber sua importância para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- BERBEL, N. A. N. **A Metodologia da Problematização**: uma alternativa metodológica apropriada para o ensino superior. In Semina: Ci Soc/Hum, Londrina: vol.16 ed. Especial, 1995.
- BRAGATO, I. R.; MAISTRO, M. C. M. **O Futuro do Álcool Brasileiro**. Jornal Cana, Ribeirão Preto, ano XIV n.154, p.36, 2006.
- CAMARGO de, C. A. **Conservação de Energia na Indústria do Açúcar e Álcool**: Manual de recomendações. IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo: 1990.
- CASAGRANDE, A. A. **As Vantagens Nutricionais da Vinhaça e da Torta de Filtro**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista-Unesp. Jaboticabal. Disponível em www.unesp.com.br
- CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Dispõe sobre a homologação da Norma Técnica: **Vinhaça- Critérios e Procedimentos para a Aplicação no Solo Agrícola**. Janeiro de 2005. Disponível em www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta
- CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Cana-de-açúcar. Safra 2012/2013. Primeiro Levantamento, 2012.
- COLLOQUIUM Agrariae, Revista Unoeste Vol. 1, N° 2 (2005)
Site:revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ca/article/view/9
- HUGOT, E. **Manual de Engenharia Açucareira**. São Paulo, Editora Mestre Jou. Vol. 1 e 2. 1969.
- IDEA NEWS, **Atualizando Executivos**. Ribeirão Preto, v.6, n.65, março de 2006.
- LANZOTTI, C. R. **Uma Análise Energética de Tendências do Setor Sucroalcooleiro**. Campinas, SP : (s.n), 2000. Dissertação de Mestrado- Curso de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Campinas (UNICAMP). Disponível em www.unicamp.br
- MESSIAS, J. **Brasil Encabeça Entidades Que Vai Regulamentar Comércio Mundial de Etanol**. Jornal Cana, ribeirão Preto, ano XIV.n.154,p.12, 2006.
- NASCIMENTO, D. **Atenção á Licença Ambiental**. Idea News. Ribeirão Preto, ano VI.n.67,p.30-35, 2006.

ROBERTO, C. **A Energia da Vinhaça**. Idea News. Ribeirão Preto, ano VI. n. 66, p.66-69, 2006.

TORCATO, S. A. **Tecnologia BIG-Gt: Energia a partir da gasificação da Biomassa da Cana**. Disponível em www.iea.sp.gov.br