

## DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS EM UMA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

Liri Yoko Cruz Prieto Hojo <sup>1</sup>

Edson Ajala <sup>2</sup>

André Gorjon Neto <sup>3</sup>

Carlos Humberto Martins <sup>4</sup>

Generoso de Angelis Neto <sup>5</sup>

Célia Regina Granhen Tavares <sup>6</sup>

### RESUMO

O setor sucroalcooleiro é gerador de renda e desenvolvimento sócio-econômico, nas regiões onde estão implantadas as usinas de açúcar e álcool. É necessário que haja um monitoramento das atividades desenvolvidas dentro do processo produtivo com a implantação de um PGRS (Plano de gerenciamento de Resíduos Sólidos), para que o desenvolvimento não traga alto custo ao meio ambiente e conseqüentemente a saúde e ao bem estar da população. O estudo buscou realizar um diagnóstico do atual gerenciamento dos resíduos em uma usina no Paraná, por meio de pesquisa bibliográfica, visitas técnicas, aplicação de questionário, elaboração do inventário dos resíduos; para levantar os pontos de geração de resíduos, taxa de geração e classificação segundo a NBR 10.004/2004; e elaboração de propostas para reduzir e melhorar o aproveitamento dos resíduos e otimizar o processo industrial. O levantamento sobre o processo industrial permitiu a elaboração de um fluxograma da produção e detecção de quais as atividades e pontos geradores de resíduos, as quantidades e a destinação final dos mesmos. Conclui-se, que os resíduos correspondem a 30% do peso de entrada da matéria prima. As propostas elaboradas buscaram otimizar o processo produtivo, reduzir a contaminação e o consumo dos recursos naturais.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. Indústria sucroalcooleira. Diagnóstico ambiental.

<sup>1</sup> Mestrando, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU, [liriprieto@gmail.com](mailto:liriprieto@gmail.com), ..

<sup>2</sup> Mestrando, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU, [edajala@gmail.com](mailto:edajala@gmail.com)

<sup>3</sup> Mestrando, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU, [eng.andreneto@hotmail.com](mailto:eng.andreneto@hotmail.com)

<sup>4</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, [chmartins@uem.br](mailto:chmartins@uem.br).

<sup>5</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, [ganeto@uem.br](mailto:ganeto@uem.br).

<sup>6</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, [celia@deq.uem.br](mailto:celia@deq.uem.br).

## 1. INTRODUÇÃO

Por centenas de anos, o açúcar foi um dos componentes mais importantes da dieta humana. O açúcar é produzido em 121 países, sendo que 70% é proveniente do processamento da cana-de-açúcar e 30% é extraído a partir da beterraba (CONTRERAS; et. al., 2008).

O sistema agroindustrial da cana-de-açúcar é um dos mais tradicionais do Brasil e teve grande influência no período de colonização e na proclamação da república atingiu o terceiro lugar nas exportações brasileiras, atrás apenas do café e da borracha.

Nos dias atuais o Brasil figura como maior produtor de cana-de-açúcar do mundo e a área de plantio continua em expansão. Segundo fontes da CONAB 2012 (Companhia Nacional de Abastecimento), a previsão para a safra 2012/2013 da cana-de-açúcar é 2,1 % maior com relação à safra anterior e a área plantada corresponde a 8.527,8 mil hectares. O Estado de São Paulo é o maior produtor com 51,82% (4.419,46 mil hectares), seguido por Minas Gerais com 8,46% (721,86 mil hectares), Goiás com 8,69% (741,38 mil hectares), Paraná com 7,13% (608,38 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 6,50% (554,29 mil hectares), Alagoas com 5,26% (448,86 mil hectares) e Pernambuco com 3,63% (309,74 mil hectares). Nos demais estados produtores as áreas são menores, com representações abaixo de 3%.

A previsão do total de cana moída para a safra 2012/2013 é de 596,63 milhões de toneladas, com aumento de 6,5%, com relação à safra 2011/2012. A previsão de moagem da cana para a produção de açúcar é equivalente a 50,42% da previsão, correspondendo a 300,82 milhões de toneladas, que produzirá um total de 38,99 milhões de toneladas de açúcar, 8,41%, maior que a safra anterior, sendo que deste total 87,5%, concentra-se na região Centro-Sul. O restante 49,58% serão destinadas a produção de Etanol, o equivalente 295,81 milhões de toneladas, produzindo 23,49 bilhões de litros de etanol, esta produção concentra-se principalmente na região Centro-Oeste e Sudeste com 91,0% do total produzido (CONAB, 2012).

O Estado do Paraná figura como o quarto maior produtor de cana do Brasil com uma previsão de produção estimada em 608,38 mil hectares plantado, o que representa uma queda de 0,50% com relação à safra 2011/2012, verifica-se que a produtividade aumentou 1,50% passando de 66.269 Kg/ha para 67.250Kg/ha, no entanto abaixo da média nacional esperada que é de 69.963 kg/ha. O total de cana moída será de 40.913,60 mil toneladas, sendo que deste total 41,22% (16.864,6 mil/t) será destinado à produção de etanol, o que resultará em 1.303.731,70 mil litros, e os 58,78% (24.049,00mil/t) será destinada à produção de açúcar, com previsão de 3.036,20 mil toneladas. A Tabela 1 mostra a produção de cana por região (CONAB, 2012).

**Tabela 1 – Produção de cana por região (em mil toneladas)**

REGIÃO	ESTIMATIVA PRODUÇÃO E DESTINAÇÃO – SAFRA 2012/2013.		
	INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA		
	TOTAL	AÇÚCAR	ETANOL
NORTE	3.116,80	441,80	2.675,0
NORDESTE	62.978,10	38.031,20	24.946,90
CENTRO-OESTE	107.124,50	33.797,70	73.326,80
SUDESTE	382.386,40	204.497,70	177.888,70
SUL	41.024,00	24.049,00	16.975,00
<b>TOTAL NO BRASIL</b>	<b>596.629,80</b>	<b>300.817,30</b>	<b>295.812,50</b>

Fonte: Adaptado da CONAB – Acompanhamento de Safra Brasileira- Cana-de-açúcar safra 2012/2013.

Segundo Zamorano et al. (2011), a maioria das indústrias não se localizam dentro dos limites das cidades, mas nas periferias, denominadas parques industriais, e a gestão adequada de resíduos sólidos é um grande desafio para esses parques, devido à quantidade e a variedade de resíduos gerados.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, que dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, estão sujeitas a esta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

A Lei 12.305/2010 define a destinação final ambientalmente adequada como aquela que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Essa política também prevê a seguinte prioridade em relação aos resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Neste contexto, a indústria sucroalcooleira é responsável por gerar um volume significativo de resíduos devido a sua alta produção. Esses resíduos, quando dispostos incorretamente no meio ambiente, podem contaminar o solo, as águas superficiais e subterrâneas. Para evitar esses impactos negativos foi realizado um diagnóstico do atual gerenciamento dos resíduos sólidos e a sua classificação de acordo com a NBR 10.004/2004 em resíduos classe I, IIA ou IIB, ou seja, perigosos, não perigosos e não inertes ou não perigosos e inertes, respectivamente.

A usina sucroalcooleira é responsável por gerar diferentes tipos de resíduos, dentre estes, os mais significantes são: terra, bagaço, fuligem e cinzas, torta de filtro e vinhaça. A seguir, segue os detalhes da origem, taxa de geração e disposição final, segundo Elia Neto (2012):

- **Terra:**

É proveniente da lavoura, ou seja, é a terra que fica aderida à cana, é retirada no processo de lavagem. As águas residuárias desse processo são dispostas em lagoas de decantação, assim, o destino final da terra é o retorno a lavoura, para utilização em aterros, uma forma de eliminação deste tipo de resíduo é a mecanização total da colheita. A quantidade média gerada em condições normais é de 14,2 kg/tonelada de cana.

- **Bagaço:**

É resultado do processo de moagem da cana, o bagaço atualmente é considerado um subproduto, devido a sua utilização como fonte de energia na queima da caldeira, o que gera vapor, impulsiona os geradores e resulta na geração de eletricidade, que é comercializada com as concessionárias de energia para abastecer as cidades. O investimento da co-geração de energia é praticado principalmente pelas usinas mais novas, que já montam sua estrutura visando esse nicho do mercado. A quantidade gerada dentro processo produtivo é em média 292,43 kg/tonelada de cana, considerando o grau de umidade de 50%. As usinas que não consomem todo o bagaço produzido vendem para outras usinas ou para empresas especializadas no seu processamento.

- **Fuligem e cinzas:**

A cinza é oriunda da queima do bagaço nas caldeiras, são dispostas em áreas de aterro ou aplicadas no solo, são gerados em média 2,06 kg/tonelada de cana.

A fuligem é proveniente do sistema de lavagem de gases instalado na chaminé, é direcionada para lagoas de decantação e sua produção média é de 11,76 kg/tonelada de cana, seu destino final é a aplicação no solo.

- **Torta de filtro:**

É resultante do processo do filtro a vácuo ou do filtro prensa do lodo recebido do decantador de caldo, a quantidade gerada deste produto é em média 40 kg/tonelada de cana e sua disposição final é a lavoura e/ou compostagem.

• **Vinhaça:**

Conhecido como vinhaça, vinhoto ou restilo, é o líquido derivado da destilação do vinho, que é resultante da fermentação do caldo da cana de açúcar ou melaço. O volume varia basicamente entre 10 a 15 litro/litro de álcool, dependendo do teor alcoólico do vinho e o vapor direto utilizado. É um resíduo com alto potencial poluidor, pois tem as seguintes características: alto teor de matéria orgânica; altas concentrações de sais que podem ser lixiviados e contaminar as águas subterrâneas; odor desagradável. Atualmente é utilizado na fertirrigação da lavoura de cana, em substituição de parte da adubação química.

## 2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, registro fotográfico, visitas técnicas, aplicação de questionário, inventário dos resíduos e elaboração de propostas.

Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o histórico da produção de cana, a usina sucroalcooleira e os tratamentos e destinações finais existentes para os resíduos sólidos. O relatório fotográfico teve o objetivo de registrar o processo produtivo, os locais de geração de resíduos e como estes são gerenciados na indústria.

A pesquisa de campo e o questionário tiveram o objetivo de fornecer informações sobre a atividade produtiva da empresa e o gerenciamento de resíduos sólidos adotado. O questionário foi elaborado com base na Tabela 2, utilizaram-se as variáveis das áreas de características gerais da empresa e a gestão e geração de resíduos para levantar os dados.

**Tabela 2 – Características do questionário**

Áreas de Conteúdo	Variáveis
Características gerais da empresa	Questões demográficas: nome da empresa, os dados da pessoa ser entrevistada localização, área industrial, o tamanho, volume, nº de funcionários e produção.
Consciência Ambiental	Formação ambiental de pessoal, implementação de sistemas ambientais e informação sobre gestão ambiental.
Gestão e geração e resíduos	Práticas de minimização, matérias-primas, a taxa de geração, a composição, resíduos método de depósito dos resíduos, o método de coleta de lixo, reutilização ou reciclagem de resíduos, disposição final

Fonte: ZAMORANO et al. (2011)

O inventário dos resíduos buscou a identificação dos pontos de geração, a caracterização, a classificação segundo a NBR 10.004/2004 e a quantificação. As propostas foram elaboradas para reduzir a contaminação e o consumo dos recursos naturais, bem como otimizar a produção.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. Descrição do empreendimento

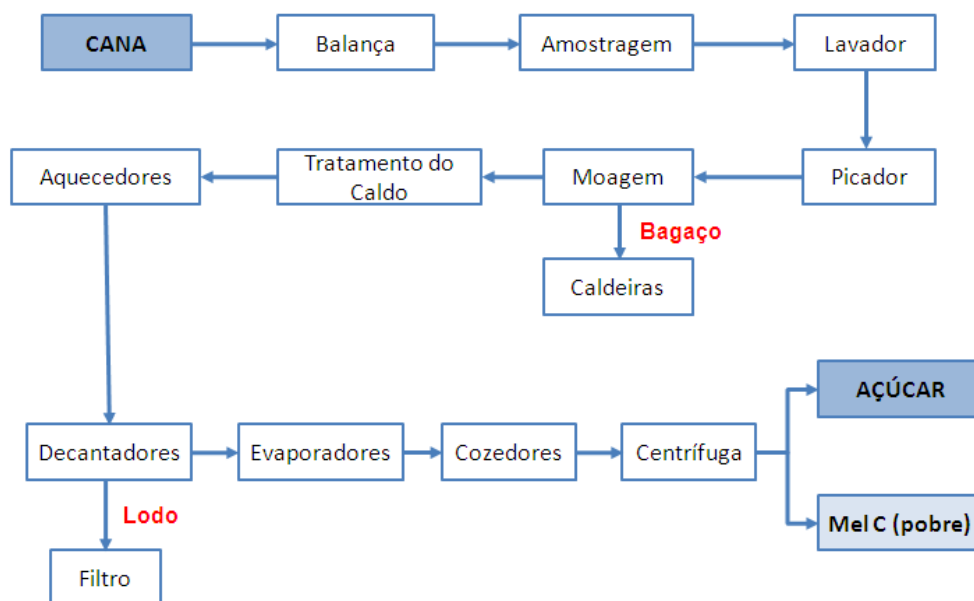
O trabalho foi desenvolvido em uma usina sucroalcooleira localizada no noroeste do Estado do Paraná, a empresa possui uma área agrícola de 35 mil hectares, área industrial de 225.000 m<sup>2</sup>, capacidade para processar de 10 a 11 mil toneladas de cana por dia e possui 2.800 colaboradores, o horário de funcionamento da indústria é de 24 horas, dividido em três turnos.

A produção da usina é dividida entre açúcar e álcool, 80% da cana é destinada para a produção de açúcar que é comercializada para o mercado externo e os 20% restante é para a

fabricação de álcool que é vendido no Brasil, essa divisão ocorre devido ao preço de venda dos produtos, ou seja, o valor da saca de açúcar é maior que o litro de álcool.

### 3.2. Descrição da produção

A usina processa diariamente de 10 a 11 mil toneladas de cana produzindo 22 mil sacas de açúcar e de 150 a 180 mil litros de álcool. O processo de fabricação de açúcar está apresentado na Figura 1.



**Figura 1 – Fluxograma da produção de açúcar**

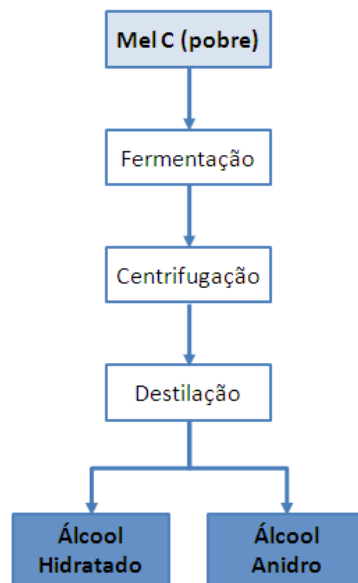
O processo produtivo de açúcar possui as seguintes etapas: pesagem da cana realizada na balança, amostragem para analisar a quantidade de sacarose e de terra, lavador para retirar impurezas do campo (primeiro ponto de geração de resíduos de terra e areia), picador para cortar a cana uniformemente, moagem para a extração do caldo (geração de bagaço), caldeiras para a queima do bagaço de cana para a geração vapor e energia (geração de cinzas), tratamento do caldo com sulfitação e caleação, aquecedores, decantadores para separar o lodo do sobrenadante, filtro que retira os sólidos presentes no lodo (torta de filtro), evaporadores que aumentam o Brix, cozedores que cristalizam o caldo com o auxílio de polímeros e a centrífuga que separa os cristais de açúcar do caldo.

O processo produtivo da fabricação de álcool está apresentado na Figura 2.

As etapas da produção de açúcar são: fermentação do caldo realizada pelas leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, centrifugação para separar as leveduras do vinho e a destilação que gerar álcool hidratado e/ou anidro e o rejeito, a vinhaça.

### 3.3. Gerenciamento dos resíduos sólidos

O gerenciamento dos resíduos sólidos da indústria é descrito a seguir para cada tipo de resíduo.



**Figura 2 – Fluxograma da produção de álcool**

### 3.3.1. Terra/Areia

A terra que esta aderida à cana é retirada na etapa de preparo da cana, ou seja, na mesa alimentadora onde a matéria prima é lavada para retirar as impurezas do campo como terra, areia, palha e gramíneas, a lavagem utiliza 4 m<sup>3</sup> água/ton. cana.

O material dissolvido na água é enviado para uma lagoa de sedimentação impermeabilizada para separar os sólidos em suspensão da água.

Depois do processo de sedimentação, esta água recebe cal para elevar o pH e é reintroduzida no processo para a lavagem de cana, o que gera um circuito de água fechado.

Após a drenagem da água, o sedimento da lagoa é retirado por pá carregadeira e colocado em caminhões basculantes que transportam esse material até a lavoura onde é armazenado a céu aberto para ser utilizado como fertilizante.

A quantidade de terra e areia arrastada no momento da carga do caminhão é estimada em 1% do peso total da matéria-prima, entretanto, a quantidade de terra retirada na lavagem da cana corresponde a 0,6% do peso da cana, ou seja, 6 kg/ton. cana.

### 3.3.2. Bagaço

O bagaço é o resíduo da moagem da cana e sua geração varia conforme as características da matéria-prima. O resíduo pode ser reutilizado para a produção de vapor e energia, através da sua queima nas caldeiras, e pode ser vendido para a co-geração de energia elétrica.

Segundo Cordeiro et al.(2010) os avanços tecnológicos e a necessidade de ampliação do parque de geração de energia elétrica do setor sucroalcooleiro, valorizaram o bagaço como fonte primária de energia que, além de atender a demanda energética das usinas também gera um excedente passível de ser comercializado.

O bagaço é transportado até as caldeiras por meio de esteiras rolantes e o seu excesso é armazenado no pátio da indústria a céu aberto. Esse excedente é transportado por caminhões basculantes até as empresas que compram esse resíduo.

O laboratório da usina estudada, tem uma estimativa da geração de bagaço de 230 a 260 kg por tonelada de cana processada, ou seja, corresponde de 23% a 26% da matéria-prima de entrada, sendo que 60% desse resíduo é vendido e 40% é reutilizado na caldeira.

### 3.3.3. Cinza

A cinza é gerada nas caldeiras, onde ocorre a queima do bagaço para produção de vapor e energia. Tanto a cinza pesada que fica nas caldeira, quanto a cinza leve ou fuligem são destinadas para a lagoa de decantação da terra/areia. A fuligem é retirada das caldeiras por meio de um lavador de gases acoplado à caldeira.

A cinza é misturada com o resíduo terra/areia na lagoa, portanto, esse material também é retirado por pá carregadeira e colocado em caminhões basculantes que transportam esse material até a lavoura onde é armazenado a céu aberto para ser utilizado como fertilizante.

O laboratório da indústria indica que são gerados 3kg de cinza por tonelada de cana, ou seja, corresponde a 0,3% da matéria-prima de entrada.

### 3.3.4. Torta de filtro

A torta de filtro é o resíduo gerado no processo de filtração do lodo, proveniente do decantador de caldo, que é realizado por um filtro rotativo a vácuo e um filtro prensa. O resíduo é armazenado e transportado por caminhão basculante até a lavoura e estocado a céu aberto para ser reutilizado como fertilizante, pois contém matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e potássio.

Com base nas análises do laboratório da usina, a torta de filtro é misturada com a cinza na percentagem de 70 e 30% respectivamente para ser aplicado na fertilização da lavoura.

A indústria também estima uma geração de 35 kg de torta de filtro por tonelada de cana que corresponde a 3,5% da matéria-prima de entrada.

### 3.3.5. Vinhaça

Este efluente é gerado na fase de destilação, é armazenado em lagoas sem impermeabilização, transportados por dutos até a lavoura, onde é realizada a fertirrigação em duas fazendas.

Segundo Alvarenga e Queiroz (2009) a vinhaça é um subproduto da indústria sucroalcooleira rica em matéria orgânica, potássio, cálcio e enxofre é utilizada na fertirrigação, pois apresenta vantagens como o favorecimento do desenvolvimento de microorganismos, entretanto, por ser gerada em altas quantidades, pode ser lançada no solo em uma super dosagem para que haja sua eliminação, esse uso inadequado causa impactos tanto no solo quanto no lençol freático.

Estima-se uma taxa de geração de vinhaça de 10 a 15 litros por litro de álcool.

O gerenciamento dos resíduos sólidos aplicado na indústria esta resumido conforme a Tabela 3.

## 3.4. Propostas

Realizar a limpeza da cana à seco com peneiras ou ventiladores industriais, que entre outros benefícios, reduz o consumo de água no processo de lavagem, separa impurezas vegetais (palha) e minerais (solo), possibilita a utilização da palha de cana-de-açúcar para a geração de energia elétrica e evita a perda de sacarose (ALVARENGA E QUEIROZ, 2009). Este método pode ser aplicado tanto para o processamento da cana inteira quanto para a picada, em ambos os casos, as impurezas minerais removidas são devolvidas para as lavouras.

Impermeabilizar a lagoa de armazenamento de vinhaça e o local de armazenamento de bagaço no pátio da empresa para evitar a contaminação do solo e do nível freático.

**Tabela 3 – Gerenciamento dos resíduos**

Resíduos sólidos	Local de geração	Quantidade	Classe	Armazenamento	Tratamento	Transporte	Disposição final
Terra/ Areia	Lavagem da cana	6 kg/ton. cana (0,6%)	II – B	Lagoa	Decantação	Caminhão basculante	Lavoura
Bagaço	Moagem	230 a 260 kg/ton. cana (23% a 26%)	II – A	Pátio industrial a céu aberto	-----	Caminhão basculante	Caldeira/ Venda
Cinzas	Caldeiras	3kg/ton. cana (0,3%)	II – B	Lagoa	Decantação	Caminhão basculante	Lavoura
Torta de filtro	Filtro	35 kg/ton. cana (3,5%)	II – A	Caminhão basculante	-----	Caminhão basculante	Lavoura
Vinhaça	Destilação	10 a 15 litros/litro de álcool	II - A	Lagoa	-----	Dutos	Lavoura

Apenas 40% do bagaço é queimado nas caldeiras, recomenda-se o investimento em equipamentos e na rede de transmissão de energia elétrica para que a empresa possa fazer a co-geração de energia de todo o bagaço produzido, assim, busca-se atender a demanda energética da usina e vender o excedente para as cidades próximas e/ou concessionária local.

A fertirrigação é aplicada em apenas duas fazendas, a proposta é monitorar a dosagem correta de vinhaça e, se possível, utilizá-la em todas as lavouras para não sobrecarregar e impactar o solo e a água subterrânea.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resíduos da usina correspondem a 30% da quantidade de entrada de matéria-prima. Este estudo permitiu levantar os pontos de geração, a quantidade, a classificação, o local de armazenamento, o tratamento, o transporte e a destinação final dos resíduos. A análise do atual gerenciamento dos resíduos permitiu o desenvolvimento de propostas a fim de otimizar o processo produtivo, como, alterar o processo de lavagem, a subutilização do bagaço e seu local de armazenamento, a lagoa de armazenamento da vinhaça e a fertirrigação. Essas medidas corretivas têm a finalidade de reduzir a contaminação e o consumo dos recursos naturais.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

#### REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. P. e QUEIROZ, T. R. **Produção mais limpa e aspectos ambientais na indústria sucroalcooleira**. In: International workshop advances in cleaner production, 2, 2009, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004: Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.



BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 28 ago. 2012.

CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira. Companhia Nacional de Abastecimento, 2011. Apresenta informações sobre a safra da cana-de-açúcar 2012/2013. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_04\\_10\\_09\\_19\\_04\\_boletim\\_de\\_cana.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_10_09_19_04_boletim_de_cana.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2012.

CONTRERAS, A. M.; ROSA, E.; PÉREZ, M.; LANGENHOVE, H. V.; DEWFUL, J. **Journal of cleaner production**, v.17, n.8, p.772-779, nov. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652608003004>>. Acesso em: 22 jul. 2012.

CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D. e FAIRBAIRN, E. M. R. Ultrafine sugar cana bagasse ash: high potential pozzolanic material for tropical countries. **Revista IBRACON de estruturas e materiais**, v. 3, n. 1, p. 50-67, mar. 2010.

ELIA NETO, A. **Produção industrial:** resíduos sólidos. In: SEMINÁRIO – PRODUÇÃO SUCROALCOOLEIRA SMA-SP, 4, 2010, Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/eventos/14\\_05\\_2010/4.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/eventos/14_05_2010/4.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2012.

ZAMORANO, M.; GRINDLAY, A.; MOLERO, E.; RODRÍGEZ, M. I. Diagnosis and proposals for waste management in industrial areas in the service sector: case study in the metropolitan area of Granada (Spain). **Journal of cleaner production**, v. 19, p.1946-1955, 5 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652611002459>>. Acesso em: 15 jul. 2012.