

## **USINA DE ÁLCOOL: IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS E MEDIDAS PARA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Aline da Silva Leonardo<sup>1</sup>; Carolina Guarizzi Sanches de Oliveira<sup>1</sup>; Lorryne Mendes Marques<sup>1</sup>; Leila Maria Sotocorno e Silva<sup>2</sup>.

1-Acadêmicos do 6º termo do Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharias, Universidade do Oeste Paulista; e-mail: [lorryne\\_marques@hotmail.com](mailto:lorryne_marques@hotmail.com). 2- Docente de Engenharia Ambiental – UNOESTE; e-mail: [leilamaria@unoeste.br](mailto:leilamaria@unoeste.br).

### **RESUMO**

O levantamento de aspectos e impactos ambientais é um quesito para identificação das atividades de um determinado processo que agride de certa forma o meio ambiente natural. As usinas produtoras de álcool possuem um processo industrial que reflete negativamente ao meio ambiente pela geração de resíduos, provocando impactos que podem não ter solução, ou podem ser recomendadas soluções mitigadoras como a produção mais limpa. Este trabalho apresenta o levantamento da identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais negativos referentes ao processo industrial de uma usina de álcool e possíveis medidas de produção mais limpa para os impactos mais significativos, utilizando como referência a metodologia de Matriz de Correlação que visou qualificar os impactos ambientais através de critérios que avaliam a extensão do impacto, a influência da interferência no meio e a permanência do impacto; e por fim apresentar medidas corretivas e preventivas minimizando os impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Aspecto ambiental; Impacto ambiental; Medidas de produção mais limpa.

### **INTRODUÇÃO**

A usina de álcool possui produtividade elevada e como consequência gera resíduos sólidos, líquidos e gasosos, provenientes do setor industrial. Entre estes resíduos estão a vinhaça, bagaço da cana-de-açúcar, torta de filtro e efluentes líquidos de limpeza, que devem ter destinação correta, pois geram preocupação por estarem em proporção significativa ao meio ambiente, mas que podem ser minimizados.

A minimização de resíduos industriais, portanto, faz parte de um novo conceito de gerenciamento de poluentes, baseado numa sistemática de medidas que visam reduzir ao máximo possível a quantidade de resíduos a serem tratados ou dispostos, possuindo uma estrutura de ação fundamentada na sua prevenção e reciclagem. Melhor resíduo é aquele que não é gerado. Porém quando não se pode evitar a sua produção é preferível reutilizá-lo (MARCHIZELI, 2003).

O gerenciamento destes resíduos tem como fase preliminar a identificação das etapas de onde são gerados, os aspectos ambientais, seus respectivos impactos e possíveis medidas mitigadoras. A definição da ISO 14001 trata aspecto ambiental como um “elemento das atividades, produtos e serviços de uma organização que possa interagir com o meio ambiente” e

impactos ambientais são “qualquer mudança no meio ambiente, seja adversa ou benéfica, total ou parcial, resultante das atividades, produtos ou serviços da organização” (ABNT, 2004).

Diante dos conceitos relacionados acima, é importante que se avalie os aspectos e impactos ambientais para propor medidas de produção mais limpa para a indústria em questão, assim obtendo maior reaproveitamento dos resíduos.

A produção mais limpa é uma estratégia ambiental preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente. É uma abordagem de proteção ambiental ampla que considera todas as fases do processo de manufatura ou ciclo de vida do produto, com o objetivo de prevenir e minimizar o risco para os seres humanos e o ambiente a curto e longo prazo. Essa abordagem requer ações para minimizar o consumo de energia e matéria-prima e a geração de resíduos e emissões (BARBIERI, 2007).

## **OBJETIVO**

Levantar os principais aspectos ambientais do setor alcooleiro e identificar os possíveis impactos negativos significativos do setor, apontando para estas medidas mitigadoras.

## **METODOLOGIA**

### **– Levantamento de dados**

Para o levantamento dos aspectos e impactos da usina em questão, localizada no Oeste Paulista, foi efetuada uma visita técnica em maio de 2012 em plena safra, em toda parte industrial no qual o responsável técnico do setor foi questionado sobre o andamento do mesmo. As etapas que integram o processo industrial acontecem na seguinte ordem: recepção da cana, moagem, tratamento do caldo, fermentação, destilação, armazenamento e distribuição. A produção média anual é de 233 milhões de litros de etanol. A partir das informações sobre a entrada de materiais e a saída de poluentes de cada atividade ou processo, foi possível analisar a saída de tais poluentes e sua fonte geradora, identificar seus aspectos e conseqüentemente os impactos ambientais.

### **Tratamento de dados**

O tratamento de dados foi baseado na Matriz de Correlação proposta por LEOPOLD (1971) e adaptada com o intuito de adequá-la aos objetivos do estudo de impactos ambientais, qualificando-os por critérios de magnitude, importância e duração. Em seguida, foi realizada a avaliação de significância onde os impactos mais significativos serão assim caracterizados pela somatória dos critérios anteriores apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Parâmetros de avaliação utilizados para Matriz de Correlação.

	Valores estipulados para o cálculo dos parâmetros			Significância
	1	2	3	
<b>Magnitude</b>	<b>Pequena.</b> De magnitude inexpressiva.	<b>Média.</b> Expressiva, mas não descaracteriza o meio.	<b>Grande.</b> Expressiva, pode levar a descaracterização do meio.	<b>Se Magnitude + Importância + Duração <math>\geq 7</math> o Impacto é <u>Significativo</u>, Se <math>\leq 6</math> o Impacto é <u>Não Significativo</u></b>
<b>Importância</b>	<b>Não significativa.</b> Não altera a qualidade do meio.	<b>Moderada.</b> Com dimensões recuperáveis.	<b>Significativa.</b> Acarreta na perda de qualidade do meio.	
<b>Duração</b>	<b>Curta.</b> Com possibilidade de reversão.	<b>Média.</b> Com tempo médio de recuperação após a ação.	<b>Longa.</b> Tempo longo ou permanente após ação.	

A identificação dos aspectos ambientais foi constituída sequencialmente na ordem da produção industrial do etanol segundo cada componente ambiental (atmosfera, água, solo, recursos naturais), onde os impactos ambientais foram avaliados através do método citado anteriormente logo a partir do mesmo foi possível quantificar e qualificar cada um dos impactos pelos parâmetros do quadro 1, sinalizando os significativos e não significativos para o meio ambiente.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Aspectos e impactos negativos e medidas de produção mais limpa

O quadro 2 apresenta a Matriz de Correlação de aspectos e impactos ambientais negativos. É importante ressaltar que o quadro 2 traz apenas os aspectos ambientais e respectivos impactos negativos do setor industrial na usina em questão que ainda não possuem gerenciamento adequado.

Quadro 2. Matriz de Correlação de Aspectos e Impactos Ambientais Negativos.

Compo nente	Etapa Produtiva	Aspecto Ambiental	Detalhamento	Impacto Ambiental	Magni tude	Impor tância	Dura ção	Signifi cância
1 - Atmosfe ra - Ar	Limpeza a seco	Resíduos particulados	Poeira proveniente da colheita	Poluição do ar	1	1	1	NS
	Caldeira	Emissão de gases	Geração de energia térmica	Poluição do ar	3	3	3	S
	Fermentação	Emissões atmosféricas	Emissão de CO2 gerados nas dornas	Poluição do ar	2	3	3	S
	Destilação	Emissões atmosféricas	Degasagem de álcool superior	Poluição do ar	3	3	3	S
	Armazenamento de etanol	Emissões atmosféricas	Evaporação	Poluição do ar	1	2	2	NS
	Carregamento de etanol	Emissões atmosféricas	Escapamentos dos caminhões	Poluição do ar	1	2	2	NS
2 - Água	Moagem	Lavagem do pátio, equipamentos e máquinas	Água bruta	Contaminação da água da ETA	3	2	2	NS
	Moagem	Consumo de água	A partir do terceiro terno	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Tratamento do caldo	Lavagem dos equipamentos	Água bruta	Contaminação da água da ETA	3	2	2	NS
	Pré- evaporação	Efluentes	Água de lavagem de equipamentos	Contaminação da água da ETA	3	2	2	NS
	Destilaria	Efluentes	Limpeza das placas do trocador de calor	Contaminação da água (vinhaça)	3	2	2	NS
	Destilação	Efluentes	Solução água/soda utilizada na limpeza das colunas de destilação	Contaminação da água (vinhaça)	3	2	2	NS
	Destilação	Consumo de água	Perda de água no resfriamento	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Destilaria	Consumo de água	Limpeza do trocador de calor	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Destilaria	Consumo de água	Perda de água no resfriamento	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Fermentação	Consumo de água	Lavagem das dornas	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Lavagem de gases	Consumo de água	Consumo de água no lavador de CO2	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Lavagem do piso da destilaria	Efluentes	Lavagem do piso regularmente	Contaminação da água (vinhaça)	2	2	2	NS
	Lavagem do piso da destilaria	Consumo de água	Lavagem do piso regularmente	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S

3 - Solo	Caldeira	Uso de madeira	Geração de energia térmica	Desmatamento	3	3	3	S
	Moagem	Vazamento de produtos químicos	Vazamento de óleo lubrificante	Contaminação do solo	3	3	3	S
	Tratamento do caldo	Resíduos sólidos	Sacos plásticos vazios de polímeros	Contaminação do solo	1	3	3	S
	Tratamento do caldo	Resíduos sólidos	Torta de filtro	Contaminação do solo	3	3	2	S
	Cuba	Resíduos sólidos	Embalagens de antibióticos	Contaminação do solo	3	3	3	S
	Lavagem de gases destilação	Resíduos sólidos	Sacos plásticos de soda cáustica	Contaminação do solo	3	3	3	S
	Setor industrial	Resíduos sólidos	Descarte de lâmpadas	Contaminação do solo	3	3	3	S

4 - Recursos Naturais	Esteira	Consumo de energia elétrica	Motores elétricos	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Limpeza a seco	Consumo de energia elétrica	Motores elétricos	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Faqueamento	Consumo de energia elétrica	Máquinas elétricas	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Moagem	Consumo de energia elétrica	Motores elétricos	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Tratamento do caldo	Consumo de energia elétrica	Motores elétricos	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Destilaria	Consumo de energia elétrica	Motores elétricos	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Lavagem de gases	Consumo de energia elétrica	Motores elétricos	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Centrífugas de levedo	Consumo de energia elétrica	Motores elétricos	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Painel de operação	Consumo de energia elétrica	Acionamento do painel de operação	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Torres de resfriamento	Consumo de energia elétrica	Acionamento dos ventiladores e bombas	Esgotamento dos recursos naturais	3	3	3	S
	Setor industrial	Consumo de energia elétrica	Iluminação	Esgotamento dos recursos naturais	3	2	3	S

<b>Magnitude</b>	1 - Pequena	2 - Média	3 - Grande
<b>Importância</b>	1 - Não Significativa	2 - Moderada	3 - Significativa
<b>Duração</b>	1 - Curta	2 - Média	3 - Longa
<b>Significância</b>	S - Significativo	NS - Não Significativo	

Os resultados obtidos através da classificação de dados revelam os maiores impactos negativos provenientes de cada etapa do setor industrial segundo seu componente ambiental. Os recursos naturais sofrem os danos do elevado consumo de energia requerido aos processos de produção do etanol, a água é considerada um componente onde os impactos são significativos quando volatilizada não retornando ao ciclo produtivo, possui aspectos menos impactantes negativamente por receber tratamento quando encaminhada a Estação de Tratamento de Água que funcionará para proporcionar seu retorno à moagem, tratamento do caldo e pré-*evaporação* e ao ser aplicada junto a vinhaça na fertirrigação. Os impactos referentes ao solo estão vinculados à disposição inadequada de resíduos tóxicos, assim como a atmosfera recebe significativa poluição devido a elementos químicos voláteis.

É possível a aplicação de medidas de produção mais limpa para os aspectos e impactos ambientais listados no quadro 2, visto que estas são necessárias para uma boa conduta diante dos impactos que sofre o meio ambiente.

### **Atmosfera**

A avaliação de significância do componente atmosférico teve como a maior problemática encontrada a emissão de poluentes, gases e particulados, a chaminé da caldeira que emite uma grande pluma de fumaça e na fermentação e destilação onde formam-se gases provenientes da atividade. A prática mais comum é a implantação de filtros e ciclones nas chaminés, equipamentos estes que possibilitam a extração de partículas sólidas em suspensão no escoamento de gases e dá solução para mitigar a emissão de poluentes.

### **Água**

No componente água registra-se um consumo elevado promove a escassez deste recurso natural. Na produção de etanol, diferentemente dos ciclos naturais, ocorrem perdas que devem ser repostas, essas perdas são naturais de *evaporação* e consequência da manutenção da lavagem dos equipamentos, tubulações e pisos. Nestes processos a água que sofre *evaporação* pode ser capturada, ou seja, sugere-se implantar um sistema onde esta *evaporação* não ocorra para o ambiente e sim fique retida até se liquefazer novamente. A manutenção dos equipamentos, tubulações e pisos pode ser realizada com água reaproveitada de outros processos ou acontecer em ciclo fechado, captando a água por calhas que a levem para tratamento e posterior retorno ao sistema produtivo.

## **Solo**

A contaminação do solo está diretamente relacionada à disposição de alguns resíduos tóxicos encontrados na indústria. Neste caso as embalagens de produtos podem ser coletadas separadamente e destinadas corretamente a empresas certificadas, assim como o óleo lubrificante das máquinas que, se não coletados devidamente são passivos ambientais. A torta de filtro, resíduo gerado no tratamento do caldo é acondicionado na Estação de Tratamento de Efluentes e sua disposição final poderá ser a compostagem, pois sua utilização como adubo orgânico ainda está em processo de aprimoramento por conter alto teor de metais pesados. Poderia ainda ser reutilizada neste processo em conjunto com a vinhaça na fertirrigação que é aplicada a níveis controlados pela usina, não causando efeitos danosos ao solo.

## **Recursos Naturais**

O esgotamento dos recursos naturais é um impacto indireto e de grande relevância, pois tem como aspecto o alto consumo de energia elétrica proveniente da atividade energética de usinas hidroelétricas que interferem nos ecossistemas a partir de sua construção, desencadeando um conjunto de impactos negativos aos recursos naturais alterando características do ar, solo e ciclo da água. Este componente pode ter como medida de produção mais limpa a cogeração de energia que faria a união de compensação de dois problemas, a destinação do bagaço da cana-de-açúcar que é gerado em grandes quantidades e o esgotamento dos recursos naturais, produzindo sua própria energia.

## **CONCLUSÃO**

A utilização dos recursos naturais implica em seu esgotamento degradativo e a geração de resíduos, mostrando-se necessárias práticas de redução, reuso e reciclagem do processo de produção, assim grandes impactos causados seriam mitigados.

Com base nos resultados foi possível notar que o setor industrial da usina de álcool em questão tem vasta disponibilidade para implantar medidas que poluam menos tanto para a água quanto para a atmosfera e solo. Demonstrando que esta é uma maneira de atingir a harmonia entre o desenvolvimento e o meio ambiente sem agressões. Esse fato se ratificou com a exposição do quadro 2, onde foram mostrados os principais aspectos e impactos ambientais negativos e suas medidas de produção mais limpa reforça o fato de que a usina necessita de medidas efetivas como as que foram sugeridas.

É de grande valia que os impactos sejam identificados para que em seguida possam ser minimizados e o presente trabalho identificou os aspectos significantes e sugeriu práticas de produção mais limpa que pudessem fazer parte do processo ajudando não só o meio ambiente mas também a usina pois desde que se coloque em prática tais soluções os dois meios tanto industrial quanto ambiental tendem a serem beneficiadas.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14.001 – Sistema de gestão ambiental – Requisitos com orientações**, 2004.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos instrumentos**. 2ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

LEOPOLD, L. B. et al. **A procedure for evaluating environmental impact**. U. S. Geological Survey Circular nº 645, Washington D. C. 1971.

MARCHIZELI, J. H. C. **Gestão e Gerenciamento de resíduos sólidos para o Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA) – Gerenciamento de Resíduos Sólidos**, EESC/USP, 2003.