



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Bartira Barreto de Miranda

**ESTUDO DE TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA
MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO SETOR
SUCROENERGÉTICO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO/BA**

**Juazeiro – BA
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Bartira Barreto de Miranda

**ESTUDO DE TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA
MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO SETOR
SUCROENERGÉTICO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO/BA**

Trabalho apresentado à UNIVASF –
Universidade Federal do Vale do
São Francisco, Campus Juazeiro,
como requisito parcial para obtenção
do título de Engenheira de
Produção.

Orientador: Péricles Tadeu da Costa
Bezerra

**Juazeiro – BA
2010**

Miranda, Bartira Barreto de.
M672e Estudo de Técnicas de Produção Mais Limpa para Mitigação dos Impactos Ambientais no Setor Sucroenergético do Município de Juazeiro/BA / Bartira Barreto de Miranda. -- Juazeiro, 2010.
79 f. : il.; 28 cm

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, para graduação em Engenharia de Produção, 2010.
Orientador: Péricles Tadeu da Costa Bezerra.

Banca Examinadora: Péricles Tadeu da Costa Bezerra, Vivianni Marques Leite dos Santos, Umarac da Nóbrega Borges.

1. Produção Mais Limpa. 2. Impactos Ambientais. 3. Setor Sucroenergético. I. Título. II. UNIVASF.

CDD: 620.4

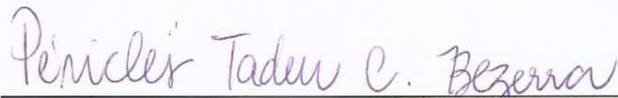
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FOLHA DE APROVAÇÃO

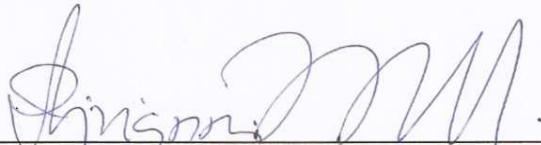
Bartira Barreto de Miranda

**ESTUDO DE TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA MITIGAÇÃO DOS
IMPACTOS AMBIENTAIS NO SETOR SUCROENERGÉTICO DO MUNICÍPIO DE
JUAZEIRO/BA**

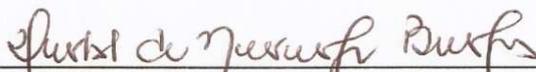
Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



Prof. Péricles Tadeu da Costa Bezerra, M. Sc. em Recursos Naturais.
Colegiado de Engenharia de Produção da UNIVASF



Profª. Viviani Marques Leite dos Santos, Drª. em Química.
Colegiado de Engenharia de Produção da UNIVASF



Prof. Umarac da Nóbrega Borges, Esp. em Engenharia de Produção.
Colegiado de Administração da UNIVASF

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 29 / 11 / 2010

Dedico este trabalho a todos os profissionais que lutam pela conservação da natureza.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força que me deu para lutar durante os cinco anos de graduação.

À minha mãe, Jussara, pela compreensão dos momentos não compartilhados.

Ao meu irmão, Sérgio, que me incentivou a sonhar.

À minha dinda, Rhéa, que sempre acreditou em meu potencial.

Ao Eng^o. Francisco, vulgo “Kiko”, pelo auxílio técnico e afetivo.

À empresa envolvida, na pessoa da Eng^a. Jordânia, pela gentileza.

Ao meu orientador, Prof. Péricles, que se dispôs a trabalhar comigo.

Ao Prof. Marcelo, que foi quem me introduziu na pesquisa, ao me orientar em dois projetos de Iniciação Científica.

Aos professores do Colegiado de Engenharia de Produção, que muito me ensinaram.

Aos integrantes da banca de defesa, pela disponibilidade.

Aos colegas de curso e aos amigos que fiz, poucos em quantidade, mas que ficarão para sempre.

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para minha formação acadêmica.

“O meu crescimento econômico eu adjetivo, ele tem de ser sustentável, se não for (...), não é desenvolvimento, é a repetição das catástrofes que estamos vendo e combatendo, é estar na contramão da história.”

Marina Silva

RESUMO

O setor sucroenergético tem se destacado no agronegócio brasileiro, de forma positiva, pela geração de empregos e pela produtividade de açúcar, etanol e bioeletricidade, mas também, de forma negativa, pela grande quantidade de resíduos resultantes. Nesse contexto, este Trabalho Final de Curso visou estudar como a Produção Mais Limpa (P+L) pode mitigar os impactos ambientais decorrentes de seus processos produtivos, contribuindo para o aumento da competitividade, ao minimizar os custos e melhorar a imagem das empresas produtoras. Para tanto, realizou-se um estudo de caso da usina representante do setor no município de Juazeiro/BA, utilizando-se como instrumentos metodológicos a pesquisa bibliográfica, a pesquisa de campo e a aplicação de questionário. A partir dos dados obtidos, foram identificados os principais impactos ambientais locais, avaliado o interesse na aplicação de técnicas de P+L, determinadas as já em desenvolvimento, bem como sugeridas outras que poderiam ser empregadas pela referida agroindústria. Observou-se que, apesar das medidas adotadas para reaproveitamento de resíduos e dos investimentos executados em tecnologias que têm reduzido o uso de recursos naturais e tornado seu produto mais saudável, a postura da empresa é reativa, por concentrar seus esforços na obtenção do selo ISO 14.001, certificação que não garante o verdadeiro compromisso com a melhoria contínua, proposta pelos princípios da P+L.

Palavras-chave: Produção Mais Limpa, Impactos Ambientais, Setor Sucroenergético.

ABSTRACT

The sugar-ethanol industry has been prominent in agribusiness in a positive way for job creation and productivity of sugar, ethanol and bioelectricity, but also negatively by the large amount of waste produced. Thus, this monograph aimed to study as the Cleaner Production (CP) can mitigate the environmental impacts of their production processes, contributing to increased competitiveness, while minimizing costs and improving the image of manufacturing companies. For both, there was a case study of the plant sector representative in Juazeiro, Bahia, using as methodological tools in literature, the field research and a questionnaire. From the data obtained, we identified the main local environmental impacts, assessed the interest in the application of CP techniques, some already in the development and suggested that others could be employed by that agribusiness. It was observed that, despite the measures taken to recycling and waste run investments in technologies that have reduced the use of natural resources and made their product more healthy, the company's position is reactive, to focus its efforts to obtain the seal ISO 14001 certification which does not guarantee a true commitment to continuous improvement, proposed by the principles of CP.

Key-words: Cleaner Production, Environmental Impacts, Sugar-Ethanol Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Previsões para a produção brasileira de açúcar (a) e de etanol (b).....	15
Figura 2 – Hierarquia no gerenciamento de poluentes.....	26
Figura 3 – Organograma de Produção Mais Limpa.....	29
Figura 4 – Práticas ambientais no setor sucroenergético brasileiro.	37
Figura 5 – Silo de açúcar de uma distribuidora.	44
Figura 6 – Visão geral do processo produtivo de açúcar e álcool e bioeletricidade. .	45
Figura 7 – Caminhão empregado no transporte da cana.	46
Figura 8 – Caminhões aguardando liberação para descarga.....	46
Figura 9 – Descarga da cana nas mesas de alimentação.....	47
Figura 10 – Destilaria para produção de álcool.	47
Figura 11 – Bagaço residual dos processos.	48
Figura 12 – Vinhaça formada durante a produção de álcool.....	51
Figura 13 – Equipamento para produção de ozônio.....	52
Figura 14 – Vapor gerado pela queima do bagaço.	53
Figura 15 – Índice de Fumaça tipo Ringelmann Reduzido.....	55
Figura 16 – Galpão para armazenamento de resíduos.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre atitudes de controle da poluição e P+L.....	28
Tabela 2 – Benefícios e vantagens da implementação da P+L.....	32
Tabela 3 – Características do setor sucroenergético.	35
Tabela 4 – Plano de ação para implantação de SGA.....	36
Tabela 5 – Medidas de P+L para o setor sucroenergético.....	60

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

BA – Bahia

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COP – Convenção sobre Mudanças Climáticas

CV – Ciclo de Vida

DBO – Demanda Biológica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

DDT – Diclorodifeniltricloroetano

D4S – *Design for Sustainability*

DS – Desenvolvimento Sustentável

EA – Educação Ambiental

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FIEB – Federação de Indústrias do Estado da Bahia

GA – Gestão Ambiental

ISAAC – Índice de Sustentabilidade Ambiental da Agroindústria da Cana-de-Açúcar

ISO – *International Organization for Standardization*

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ONU – Organização das Nações Unidas

P2 – Prevenção da Poluição

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PIB – Produto Internacional Bruto

P+L – Produção Mais Limpa

PL – Produção Limpa

PMAISL – Rede Brasileira de Produção Mais Limpa

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SST – Saúde e Segurança do Trabalho

TFC – Trabalho Final de Curso

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS.....	xi
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Problemática.....	16
1.2 Justificativa.....	17
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Geral.....	19
1.3.2 Específicos.....	19
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	20
2.1 Meio Ambiente e Impactos Ambientais.....	20
2.2 Evolução do Pensamento Ambiental.....	22
2.3 Ferramentas de Gestão Ambiental.....	24
2.3.1 Produção Mais Limpa.....	27
2.3.2 SGA e Aplicações no Setor Sucroenergético.....	33
2.4 Considerações Finais.....	37
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	39
3.1 Tipo e Natureza da Pesquisa.....	40

3.2	Campo de Atuação e Sujeitos da Pesquisa	40
3.3	Procedimentos de Coleta de Dados.....	41
3.3.1	Pesquisa Bibliográfica.....	41
3.3.2	Pesquisa de Campo.....	41
3.4	Definição das Variáveis e Análise de Dados.....	42
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....		44
4.1	Identificação dos Impactos Ambientais	45
4.1.1	A Queima da Palha da Cana	49
4.1.2	Poluição das Águas e do Solo	50
4.2	Avaliação do Interesse pela P+L.....	51
4.2.1	Setor Industrial.....	51
4.2.2	Setor Agrícola	54
4.2.3	Sistema de Gestão Ambiental.....	55
4.3	Proposição de Novas Aplicações.....	57
4.4	O SGA baseado na ISO 14.001 e a P+L	61
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....		63
REFERÊNCIAS.....		65
APÊNDICE.....		73
APÊNDICE A – Questionário adaptado de Andrade e Diniz (2007)		74
APÊNDICE B – Cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido		78

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

As projeções para o período de 2008 a 2019 revelam os produtos do setor sucroenergético como os mais dinâmicos do agronegócio brasileiro. O etanol, por exemplo, indica elevado potencial de crescimento: mais 37,0 bilhões de litros. A produção de açúcar, por sua vez, deve aumentar em 14,5 milhões de toneladas, de acordo com estatísticas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), disponibilizadas por Dossa *et al.* (2009) e verificadas na Figura 1.

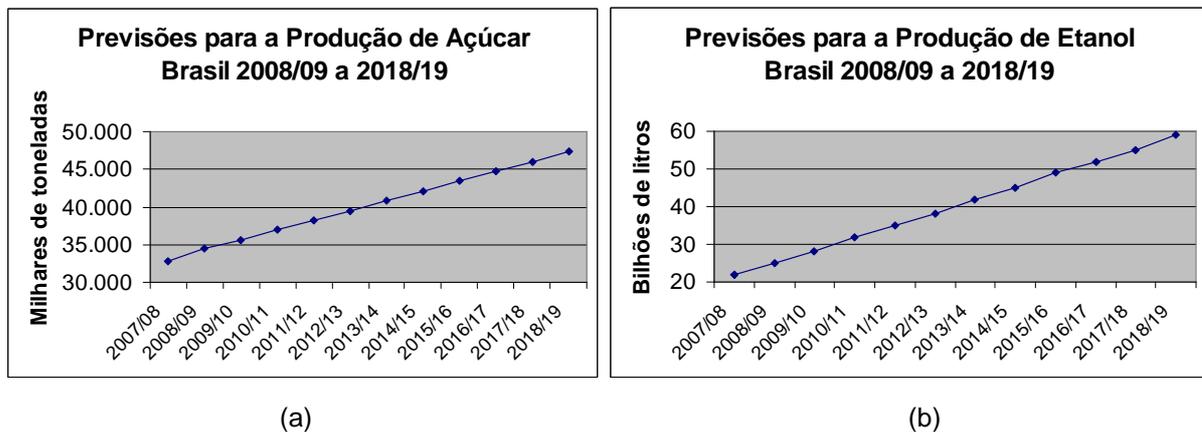


Figura 1 – Previsões para a produção brasileira de açúcar (a) e de etanol (b).
Fonte: Próprio autor, a partir de dados de Dossa *et al.* (2009).

Além do açúcar e do etanol, outro produto derivado da cana-de-açúcar é a bioeletricidade – a energia elétrica renovável gerada a partir do bagaço da cana (SOUSA e MACEDO, 2009). Para este derivado, que foi o responsável pela mudança na denominação de setor sucroalcooleiro para setor sucroenergético, os números também são motivadores. Segundo os mesmos autores, em 2008, trinta usinas negociaram 544MW para a venda por quinze anos, o que pretende gerar um faturamento anual de US\$389,6 milhões.

Apesar de todo esse potencial de crescimento, ainda são notáveis os impactos ambientais gerados pela produção do setor sucroenergético. Somente no subsistema agrícola, que abrange o cultivo da cana, e no tocante à atmosfera, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Monitoramento por Satélite

(EMBRAPA, 2010) menciona a fase de plantio ou rebrota, em que se faz uso de corretivos e fertilizantes para preparo do solo; a fase de crescimento, em que se recorre a herbicidas e inseticidas para controle biológico; e a fase de colheita, em que a cana é queimada, quando colhida manualmente, impacto este amenizado no caso da realização de colheita de cana crua.

É nesse contexto de expansão do setor sucroenergético no Brasil que este Trabalho Final de Curso (TFC) se fundamenta, como uma forma de propor alternativas – com base numa ferramenta de Gestão Ambiental (GA): a Produção Mais Limpa – para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes dos processos produtivos de açúcar, etanol e energia, especialmente no que tange à produção do município de Juazeiro/BA, destacando os benefícios que podem ser obtidos, seja no âmbito financeiro, seja na imagem corporativa.

1.1 Problemática

Na tentativa de atenuar os resultados negativos do modelo de produção, distribuição e consumo, até então utilizado pela sociedade, que somente tem contribuído para o aprofundamento de muitos dos aspectos da desigualdade social e do desequilíbrio ambiental (AKATU, 2010), vem se verificando a ascensão do desenvolvimento e da comercialização dos produtos verdes ou ecologicamente corretos, bem como da promoção de novos hábitos e tendências sustentáveis, que caracterizam o consumo consciente ou responsável.

Dessa forma, visando minimizar os impactos ambientais decorrentes de seus processos produtivos e, concomitantemente, satisfazer os consumidores conscientes, que exigem práticas de responsabilidade sócio-ambiental voltadas ao Desenvolvimento Sustentável (DS), muitos princípios têm sido usados pelas empresas fabricantes de produtos e prestadoras de serviços. Dentre eles, vem se destacando cada vez mais como uma ferramenta de GA, a Produção Mais Limpa, termo abreviado pelas expressões P+L ou P2.

O conceito de P+L foi desenvolvido em 1989, por iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), como sendo a “aplicação contínua

de uma estratégia ambiental preventiva, integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente” (PNUMA, 2005). A principal consequência disso foi o surgimento de outro conceito: o de ecoeficiência, significando atingir a eficiência econômica por intermédio da eficiência ambiental.

No Brasil, o início da preocupação com P+L se deu em 1995, quando a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), em São Paulo, começou a organizar uma divisão de Prevenção à Poluição e, quando foi inaugurado, em Porto Alegre, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), como apresentado por Furtado (2010), no site oficial da Mesa Redonda Paulista de Produção Mais Limpa, realizada anualmente, desde 2002, com o objetivo principal de difundir o modelo e os conceitos de P+L às partes interessadas.

Diante do exposto, a questão central deste projeto de pesquisa consiste na identificação de técnicas de P+L no setor sucroenergético do Submédio São Francisco como uma alternativa para mitigar os impactos ambientais da atividade e, desta forma, torná-la mais competitiva. Não se almeja, com este trabalho, esgotar o tema, mas somente contribuir com a ampliação dos estudos na área, para que se possa dispor de uma maior quantidade e qualidade de conhecimentos científicos sobre a aplicação da P+L no setor sucroenergético.

1.2 Justificativa

Segundo dados da UNICA (SOUSA, 2008), há cerca de 400 usinas de açúcar e etanol em funcionamento, mais de mil indústrias de suporte e 70 mil fornecedores, gerando 1,28 milhão de empregos diretos, o equivalente a 2,15% dos postos de trabalho do Brasil. Na mesma fonte, há informações do faturamento do setor sucroenergético na safra 2007-2008: R\$42 bilhões, o que representa 2% do Produto Internacional Bruto (PIB) nacional.

Embora 89% do processamento de cana-de-açúcar na safra 2008/2009 tenha se concentrado na região Centro-Sul (UNICA, 2010), sobretudo no estado de São Paulo, em decorrência de suas características de solo e clima, como exposto por

Rodrigues e Almeida (2008), o setor sucroenergético tem também grande importância para a economia do Submédio São Francisco. A única usina da região, segundo consta no Guia Industrial do Estado da Bahia, disponibilizado pela Federação de Indústrias do Estado da Bahia (FIEB, 2010), está instalada no município de Juazeiro/BA e responde pela geração de mais de 4 mil empregos diretos, em período de safra (VIEIRA, 2007).

Fatores como o aumento da competição, do nível de exigência dos clientes e reivindicações de melhoria das condições de trabalho têm impulsionado importantes mudanças. E o setor sucroenergético, cuja competitividade baseia-se historicamente em terra e mão-de-obra barata, degradação ambiental e baixa remuneração dos fornecedores, deve, segundo Alves (2010), reduzir a importância destes componentes e incorporar a eles o avanço tecnológico de processo, produto e organizacional, que reduzam a degradação ambiental, melhorem as condições de vida e trabalho e ampliem o valor agregado de seus produtos e da imagem das empresas perante seus *stakeholders*, ou seja, todas as pessoas e entidades afetadas por suas atividades.

No que concerne à degradação ambiental, é importante citar que as usinas de açúcar e álcool, segundo Torquato Junior *et al.* (2004), são responsáveis pela geração anual de 115 milhões de toneladas de resíduos, dentre eles palha, bagaço, vinhoto, cinzas e embalagens de insumos. Assim, aumentar a produção de forma sustentável e com o reaproveitamento de seus resíduos, de maneira a mitigar os impactos sobre o meio ambiente representa o maior desafio do setor sucroenergético.

A P+L apresenta-se como uma base conceitual que pode auxiliar na superação deste desafio, ao gerar benefícios em termos de eficiência dos processos produtivos. A realização deste estudo será, portanto, proveitosa ao setor sucroenergético do Submédio São Francisco, por recomendar técnicas de P+L, que possam tornar sua produção mais eficiente, do ponto de vista ecológico e, assim, elevar sua competitividade; à população local, cuja saúde, segurança e bem estar têm sido expostos a riscos; bem como às condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, relativas à qualidade dos seus recursos.

Por outro lado, esta pesquisa de TFC oferece ainda uma contribuição para a GA dos Processos Produtivos, campo de estudo que vem se destacando entre

pesquisadores da Engenharia de Produção e áreas correlatas, através de uma abordagem interdisciplinar. Além disso, demonstra a sensibilização ambiental por parte do profissional, ao adotar uma postura de comprometimento com a sociedade, combinando os interesses da organização com a conservação do meio ambiente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em estudar técnicas de Produção Mais Limpa que possam ser aplicadas ao setor sucroenergético do município de Juazeiro/BA, como forma de mitigação dos impactos ambientais provocados pela execução das suas atividades produtivas, contribuindo, assim, para o aumento da competitividade, ao possibilitar a redução dos custos de produção e a melhoria da imagem organizacional.

1.3.2 Específicos

- Identificar os impactos ambientais no município de Juazeiro/BA decorrentes das atividades produtivas executadas pelo representante local do setor sucroenergético;
- Avaliar o interesse na aplicação de técnicas de Produção Mais Limpa e determinar quais delas já são aplicadas pelo representante local do setor sucroenergético;
- Propor a aplicação de novas técnicas (para o representante local do setor sucroenergético) de Produção Mais Limpa, como mitigadoras dos impactos ambientais decorrentes dos seus processos produtivos.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, são abordados os conceitos mais importantes relativos às áreas de estudo desta pesquisa, a saber: meio ambiente e impactos ambientais e P+L, como uma ferramenta de GA. Por meio da leitura do mesmo, será possível ao leitor captar o conhecimento básico que se faz necessário para compreensão dos objetivos a serem atingidos com a realização desta pesquisa.

2.1 Meio Ambiente e Impactos Ambientais

A produção ou a venda de mercadorias ou serviços, de qualquer natureza, implica, necessariamente, na exploração de recursos naturais, que vem se agravando continuamente desde o advento da Revolução Industrial. Um fato perceptível é que quanto maior o nível da atividade econômica, mais alto é o nível de geração de resíduos, isto é, maiores são os impactos ambientais provocados pela execução daquela.

Segundo o dicionário Aurélio, impacto é sinônimo de resultado, efeito e consequência. Desta forma, ele pode ser benéfico, se resulta em uma melhoria, ou maléfico, caso origine um dano. Quando acompanhado do qualitativo ambiental, a expressão é empregada usualmente restringindo-se ao impacto prejudicial e é sob esta óptica que o termo impacto ambiental é empregado neste trabalho, ficando subentendido o vocábulo negativo.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no Art. 1º da Resolução Nº. 001, de 23/01/1986 (BRASIL, 1986), define impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas;

a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e; a qualidade dos recursos ambientais.

A mesma legislação estabelece os critérios técnicos e as diretrizes gerais para elaboração de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e de seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), uma exigência para a emissão do licenciamento de atividades que possam provocar impactos significativos ao meio ambiente. O que se propõe neste trabalho é uma identificação simplificada dos impactos ambientais decorrentes do setor sucroenergético do Submédio São Francisco, para que, através de uma ferramenta de GA, recomende-se uma estratégia de mitigação dos mesmos, e não uma AIA, que é muito mais complexa.

Moura (2000) classifica os impactos ambientais, segundo seu nível de extensão, em três categorias:

- Global: expande-se de tal forma que afeta todo o planeta;
- Regional: pode migrar para uma área, consideravelmente bem definida, além do local onde foi gerado;
- Local: modifica somente a circunvizinhança onde foi gerado.

Uma classificação espaço-temporal é feita por Kiperstok *et al.* (2002). Nela, as categorias global, regional e local correspondem a escalas de longo, médio e curto prazo. Além disso, os impactos ambientais são classificados segundo o tipo de risco em: (1) danos para sistemas planetários, (2) danos para sistemas biológicos, (3) perdas financeiras e (4) estéticos e da qualidade de vida.

Antes de encerrar esta seção sobre impactos ambientais, não se pode omitir uma breve definição de meio ambiente, uma vez que é ele o principal motivador deste estudo. Segundo Brasil (1997), o termo faz referência a um “espaço” (com seus componentes bióticos e abióticos e suas interações) em que pelo menos um ser vive e se desenvolve, trocando energia e interagindo com ele, sendo transformado e transformando-o.

E para melhor entendimento da questão ambiental, é importante diferenciar as duas posturas assumidas pelos ambientalistas: conservação e preservação do meio ambiente, esclarecidas por Robles Junior e Bonelli (2006).

Na preservação ambiental, adota-se o critério da intocabilidade da natureza e do ecossistema pelo homem, acreditando-se que uma vez rompido o equilíbrio preexistente no sistema, este não mais se recomporá. Através da conservação, ao contrário, admite-se o aproveitamento controlado dos bens e recursos que constituem o ecossistema, em extensão e ritmo tais que permitam sua recomposição, de forma induzida ou inteiramente natural .

2.2 Evolução do Pensamento Ambiental

Até poucos anos atrás, as empresas eram encaradas unicamente como organizações econômicas, com o objetivo principal de proporcionar retorno aos seus acionistas (HENKELS, 2002). Entretanto, para satisfazer os consumidores mais conscientes, bem como para atender à legislação mais rigorosa, verifica-se que as empresas têm adotado uma mudança no seu posicionamento e incorporado a preocupação ambiental nos seus valores estratégicos.

O despertar para a degradação ambiental, tanto por parte das empresas quanto dos consumidores, vem evoluindo paulatinamente. Para ilustrar essa evolução, são enumerados a seguir os principais fatos, conferências e encontros relativos à temática ambiental no mundo, com base num histórico traçado por Amorim e Pimentel (2009).

- 1869: Proposição do vocábulo “ecologia”, por Ernst Haeckel, para definir o estudo das relações entre as espécies e seu ambiente;
- 1952: Acidente de poluição do ar, em Londres, provocou a morte imediata de 100 pessoas e posterior de cerca de 8000;

- 1962: Publicação da obra “Primavera Silenciosa”, de Rachel Carson, que discutiu os riscos da exposição ao inseticida ao Diclorodifeniltricloroetano (DDT);
- 1965: Primeiro emprego da expressão “Educação Ambiental” (EA) na Conferência de Educação da Universidade de Keele, Grã-Bretanha;
- 1968: Fundação do Clube de Roma, por 36 cientistas, para estudar o impacto das interações entre produção industrial, população e danos ambientais;
- 1972: Publicação do Relatório “Os Limites do Crescimento”, pelo Clube de Roma, contendo projeções do crescimento populacional, níveis de poluição e esgotamento dos recursos naturais;
- 1972: I Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo; primeira manifestação dos governos para discutir as conseqüências da economia sobre o MA; criação do PNUMA;
- 1975: Elaboração da Carta de Belgrado, que estabeleceu as metas e princípios da EA;
- 1980: Publicação do documento “Estratégia Mundial para a Conservação dos Recursos Biológicos”;
- 1981: Promulgação da Lei nº. 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA);
- 1985: Descoberta do buraco na camada de ozônio; discussão, na Áustria, da crescente emissão de CO₂, prevendo-se o aquecimento global;
- 1986: Acidente na usina nuclear de Chernobyl, que lançou na atmosfera um volume de radiação 30 vezes maior que o da bomba atômica de Hiroshima;
- 1987: Publicação do Relatório “Nosso Futuro Comum”, pela Comissão Brundtland, que formalizou o conceito de DS;
- 1988: Criação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, com o objetivo de estabelecer um elo entre a pesquisa e os governantes;
- 1990: Ano Internacional do MA, estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU);

- 1990: I Conferência Mundial Sobre o Clima (I COP), em Genebra;
- 1991: Elaboração da norma ISO 14.001, que estabeleceu as diretrizes básicas para a implantação de um SGA – Sistema de Gestão Ambiental;
- 1992: Conferência sobre o MA e o Desenvolvimento (Rio/92 ou ECO 92), que aprovou a criação da Agenda 21, o Quadro sobre Mudanças Climáticas, a Convenção sobre Diversidade Ecológica e a Série ISO 14.000;
- 1997: Assinatura do Protocolo de Kyoto, na III Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 3);
- 1998: Conferência das Américas sobre Produção Limpa (PL), na qual foi assinada a Carta de São Paulo, pelos governos dos Estados Unidos, Chile, Brasil, Costa Rica e Jamaica.
- 2002: Rio+10, na África do Sul, para avaliar a situação ambiental mundial dez anos após a realização da ECO 92;
- 2005: Ratificação do Protocolo de Kyoto, que passou a vigorar;
- 2007: Rio+15, para reformular a estrutura gestora internacional e fortalecer os organismos atuais (PNUMA e Comissão de DS, ambos da ONU);
- 2009: COP 15, em Copenhague, cujos resultados foram insuficientes para combater as conseqüências das mudanças climáticas.

2.3 Ferramentas de Gestão Ambiental

A GA consiste num conjunto de medidas e procedimentos definidos e adequadamente aplicados, que visam a reduzir e controlar os impactos introduzidos por um empreendimento sobre o MA (ROBLES JUNIOR e BONELLI, 2006). Em outras palavras, é uma forma de encaminhar a solução de conflitos no uso dos recursos naturais pela humanidade.

Para Philippi Junior *et al.* (2004), o processo de GA se inicia ao se promoverem mudanças no ambiente natural, com vistas a adaptá-lo às necessidades humanas, gerando o ambiente urbano nas mais diversas variedades.

Para isso, ele se fundamenta em três variáveis, cuja somatória e forma de gestão constituem fatores que podem acentuar ou minimizar o grau de impacto do ambiente urbano sobre o natural. São elas:

- A diversidade dos recursos extraídos do ambiente natural;
- A velocidade de extração desses recursos, que permite ou não sua reposição;
- A forma de disposição e tratamento dos resíduos e efluentes.

Uma série de ferramentas de GA tem sido apresentada pela comunidade acadêmica aos segmentos produtivos como estratégia para alcançar a mesma capacidade funcional dos produtos atuais, com a utilização de menos recursos, o que pode proporcionar ganhos de competitividade e sustentabilidade às empresas, como discutido por Pimenta e Gouvinhas (2008). Dentre elas, destacam-se:

- Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): um método de mensuração de materiais, energia e impactos ambientais, associados a produtos ou serviços ao longo de seu ciclo de vida (CV), da aquisição de matéria-prima à disposição final (OMETTO e TACHARD, 2008);
- *Design for Sustainability* (D4S): uma forma de repensar como (re) projetar e produzir produtos para elevar os lucros e a competitividade e reduzir os impactos ambientais (ANDRIK e CRUL, 2008);
- *Ecodesign*: abordagem de GA voltada ao desenvolvimento de produtos, visando minimizar os impactos ambientais durante todo o CV de um produto, sem comprometer seu desempenho, funcionalidade, estética, qualidade e custo (GUELERE FILHO e PIGOSSO, 2008); e
- Produção Mais Limpa (P+L): um processo de melhoria contínua visando tornar a atividade produtiva cada vez menos danosa ao meio ambiente, englobando, além da tecnologia, a forma de gestão (KIPERSTOK *et al*, 2002).

Na Figura 2, é apresentado um diagrama contendo a relação de hierarquia a ser adotada no gerenciamento de poluentes. Como se observa, as ferramentas de GA devem priorizar a não-geração do resíduo. Não sendo possível eliminá-lo, parte-se para a aplicação dos 3 R's – reduzir, reutilizar e reciclar. A última alternativa deve ser o tratamento e a disposição, que se relacionam ao controle (tecnologias de fim-de-tubo) e não à prevenção da poluição (P2), diferente da P+L.

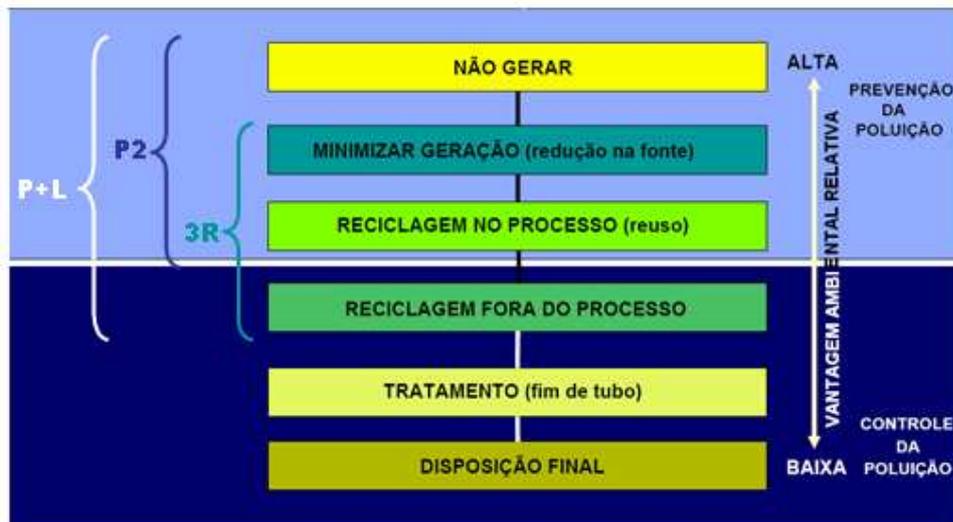


Figura 2 – Hierarquia no gerenciamento de poluentes.
Fonte: Adaptada de Sampaio (2005).

Infelizmente, como mencionado por Kiperstok *et al.* (2002), o pensamento mais comum atualmente ainda é a lógica do fim-de-tubo, ou seja, da rede de coleta de resíduos, que se restringe a tratá-los a partir de sua segregação como matéria indesejável, sejam eles líquidos, sólidos ou gasosos. Os primeiros merecem maior atenção pela facilidade de atingir cursos d'água e, desta forma, a cadeia alimentar, cujo elo final é o próprio ser humano.

Assim, torna-se evidente que, através de suas ferramentas, a GA constitui um dos principais meios de se alcançar o DS, definido pelo Relatório Brundtland (CMMAD, 1991) como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”, uma busca pela conciliação entre crescimento econômico, proteção ambiental e bem-estar social.

2.3.1 Produção Mais Limpa

Diversos termos, como Produção mais Limpa (*Cleaner Production*), Prevenção à Poluição (*Pollution Prevention*), Tecnologias Limpas (*Clean Technologies*), Redução na Fonte (*Source Reduction*) e Minimização de Resíduos (*Waste Minimization*) têm sido empregados mundialmente para definir um mesmo conceito. Ora eles são considerados sinônimos, ora complementares, requerendo uma análise mais profunda das ações e propostas inseridas em cada contexto (CETESB, 2002).

Como advém da própria definição de P+L – “aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva, integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente” (PNUMA, 2005) – são três seus níveis de aplicação:

- Processos: envolve a conservação dos recursos naturais, com o aumento da eficiência no uso de matérias-primas, insumos, água e energia e a redução da quantidade e toxicidade dos resíduos, efluentes e emissões;
- Produtos: estratégia baseada na ACV e no *Ecodesign*, inclui a redução dos impactos ambientais ao longo do CV de um produto, da extração de matérias-primas até sua disposição final; e
- Serviços: abrange a adoção de estratégias para incorporação de considerações ambientais no planejamento e na prestação dos serviços.

Na Tabela 1, a P+L é comparada às ações de controle da poluição, até então empregadas para atendimento às exigências legais.

Tabela 1 – Comparação entre atitudes de controle da poluição e P+L.

Controle da Poluição	Produção Mais Limpa
Poluentes são controlados por filtros e métodos de tratamento do lixo;	Poluentes são evitados na origem, através de medidas integradas;
O controle da poluição é efetuado quando os problemas aparecem;	A prevenção da poluição é parte integrante do desenvolvimento de produtos e processos;
Controles de poluição e avanços ambientais são considerados fatores de custo pelas empresas;	Poluição e rejeitos são considerados recursos potenciais e podem ser transformados em subprodutos;
Desafios para avanços ambientais devem ser administrados por peritos ambientais;	Desafios para avanços ambientais devem ser de responsabilidade geral da empresa;
Avanços ambientais são obtidos com técnicas e tecnologia;	Avanços ambientais incluem abordagens técnicas e de gestão;
Medidas de avanços ambientais devem obedecer aos padrões definidos pelas autoridades;	Medidas de desenvolvimento ambiental devem ser um processo de trabalho contínuo, visando a padrões elevados;
Qualidade é definida como 'atender as necessidades dos usuários'.	Qualidade significa a produção de bens que atendam às necessidades dos usuários e tenham impactos mínimos sobre a saúde e o ambiente.

Fonte: Adaptada de Greenpeace (1997).

O principal diferencial entre elas é a passagem de ações remediativas, visando à transformação dos resíduos gerados de forma a facilitar sua disposição no MA, para atitudes preventivas, com vistas à eliminação ou minimização das perdas dos processos produtivos antes da sua formação, isto é, a atuação na fonte dos problemas.

Na Figura 3, podem ser visualizadas as diferentes estratégias de P+L. O organograma está agrupado em níveis diferenciados de eficiência de aplicação da P+L, com base no fato de que os resíduos podem ter sua origem na falta de pessoal qualificado, no uso de tecnologias ultrapassadas, no uso de recursos não-renováveis e compostos tóxicos, na fabricação de produtos de difícil degradabilidade, na escassez de recursos financeiros, na resistência à mudança ou na falta de alinhamento dos parceiros comerciais com os princípios de GA adotados (KIPERSTOK *et al.*, 2002).

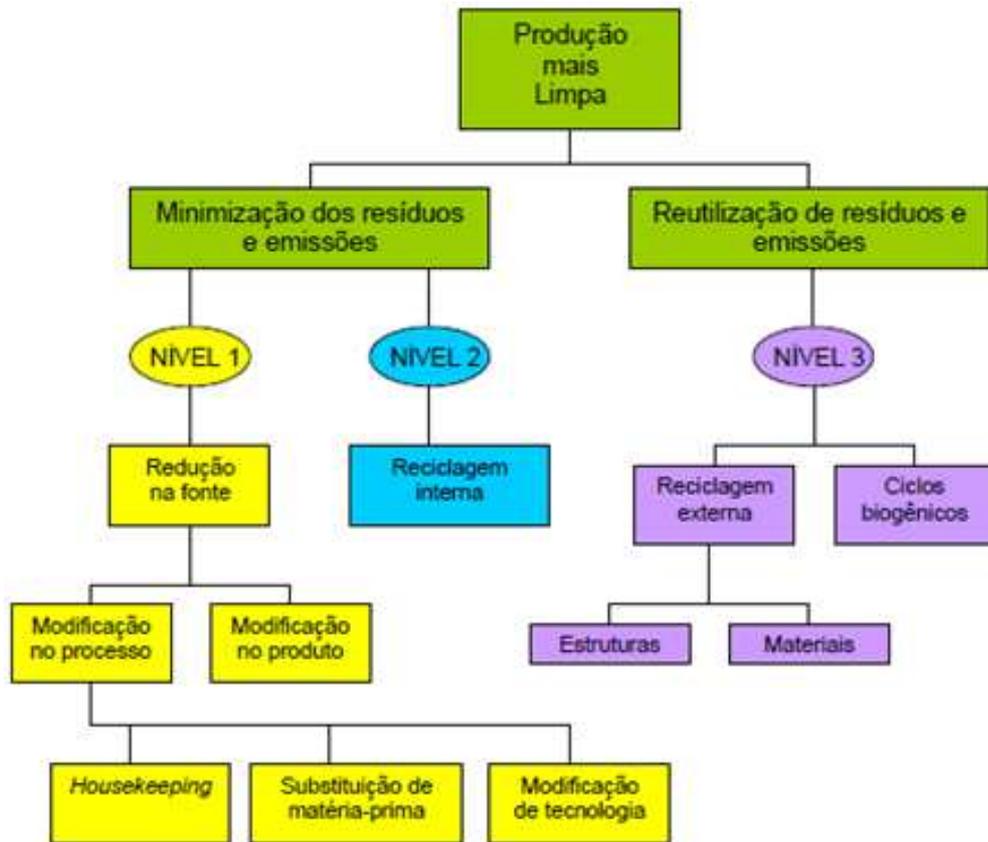


Figura 3 – Organograma de Produção Mais Limpa.
Fonte: CNTL (2010).

Como CNTL (2010) explica, a prioridade da P+L é da esquerda para a direita do fluxograma: começando por evitar a geração de resíduos e emissões (nível 1). Os resíduos que não podem ser evitados devem ser reaproveitados no processo de produção da empresa (nível 2). Na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas (nível 3).

Mais do que uma ação ambiental, de conservação do meio ambiente, a P+L é uma ação econômica, por se basear no fato de que os resíduos provenientes de qualquer sistema produtivo foram comprados como matérias-primas, representando de 10 a 30% do custo total de produção (KÜRZINGER, 2004). É também uma ação social, por considerar que a minimização destes resíduos contribui para a solução de problemas relativos à saúde e segurança do trabalhador e ao bem estar do consumidor e da comunidade (MATTOSINHO, 2005).

É importante fazer uma diferenciação entre P+L e PL, ambos programas baseados no princípio de P2. A PL é mais audaciosa, pois, em primeiro lugar, questiona a real necessidade do produto ou procura outras formas pelas quais ela

possa ser satisfeita ou reduzida (GREENPEACE, 1997). Lerípio (2001) descreve que “é necessário reconhecer a dificuldade de conceber o sistema de produção absolutamente isento de riscos e resíduos. Talvez esta tenha sido a maior justificativa da proposta mais limpa”, uma vez que a proposta limpa constitui uma situação ideal e, provavelmente inalcançável a curto e médio prazo.

Ao recorrer a uma abordagem material (matéria-prima, equipamentos, serviços, etc.) e tecno-gerencial (tecnologia, gerenciamento, desenvolvimento humano, etc.), a P+L torna-se uma ferramenta de gestão, por levar as empresas a repensarem e reorganizarem a forma como conduzem suas atividades e mudarem sua postura, de reativa para pró-ativa, o que requer a difusão destes conceitos pela alta administração a todos os níveis organizacionais (DIAZ e PIREZ, 2005).

A Declaração Internacional sobre P+L, lançada em 1998 pelo PNUMA, constituiu um comprometimento público para a estratégia e prática da P+L, sendo uma reunião de princípios que, quando implementados, levam ao aumento da conscientização, compreensão e a uma maior demanda por P+L. Alguns desses princípios foram registrados por Kiperstok *et al.* (2002):

- Liderança: uso da influência para encorajar a adoção de práticas e consumo sustentáveis, através do relacionamento com as partes interessadas;
- Conscientização, educação e treinamento: construção de capacidades para condução de programas dentro da organização e para inclusão de conceitos e princípios nos currículos educacionais em todos os níveis;
- Integração: de estratégias preventivas em todos os níveis da organização, dentro dos SGAs e pelo uso de ferramentas como avaliação de desempenho ambiental, contabilidade ambiental, ACV e avaliações de P+L;
- Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): criação de soluções inovadoras que apoiem o desenvolvimento de produtos e serviços ambientalmente eficientes e que atendam às necessidades dos consumidores;
- Comunicação: compartilhamento de experiências pelo reforço ao diálogo sobre a implementação de estratégias preventivas;

- Implementação: tomada de ações para adotar a P+L pelo estabelecimento de metas desafiadoras e relato do progresso, pelo encorajamento do uso e transferência de tecnologias preventivas e pelo apoio a esta declaração.

Para desfrutar de todos os benefícios que a P+L pode proporcionar, as empresas precisam seguir uma metodologia de implementação do programa, que foi desenvolvida pela Rede Brasileira de Produção Mais Limpa (PMAISL, 2009), “com base no estado-da-arte do conhecimento europeu sobre gestão de resíduos e desperdícios energéticos e materiais” (KIPERSTOK *et al.*, 2002). Ela está dividida em cinco etapas:

1. Planejamento e organização: convencimento da alta direção e sensibilização dos colaboradores;
2. Pré-avaliação e diagnóstico: seleção do foco para a fase de avaliação;
3. Avaliação: desenvolvimento de um conjunto amplo de opções de P+L e identificação de opções que possam ser implementadas imediatamente ou que necessitem de análises adicionais mais detalhadas;
4. Estudo da viabilidade: subsídio de dados econômicos e análise da viabilidade técnica, econômica e ambiental;
5. Implementação e plano de continuidade: implementação das opções selecionadas e aprovadas e garantia de continuidade.

Essa metodologia inclui a avaliação do processo produtivo e a aplicação de técnicas de P+L, que são definidas por Kiperstok *et al.* (2002) como alternativas apresentadas no âmbito de um programa de P+L para atingir o objetivo de tornar a atividade produtiva cada vez menos danosa ao meio ambiente. Elas consistem em uma série de medidas que podem ser implementadas na empresa, compreendendo desde a substituição de matéria-prima/insumo, consumo de água e energia, tecnologia/processo, aplicação de boas práticas operacionais, reciclagem interna e externa, até mesmo a mudança do próprio produto.

Adotando essa metodologia e com a percepção de que “rejeitos são o resultado de ineficiências dos processos em transformar matéria-prima em produto” e que “poluição nada mais é do que baixa eficiência no aproveitamento dos recursos” (PORTER *apud* PACHECO, 2010), as empresas podem atuar no seu processo produtivo e usufruir, bem como proporcionar, muitos benefícios, como os enumerados na Tabela 2.

Tabela 2 – Benefícios e vantagens da implementação da P+L.

Para a Empresa	Para a Comunidade	Para Responsáveis pelo Controle Ambiental	Para o Meio Ambiente
Redução de custos (matérias-primas e insumos diversos, energia, água, gestão de resíduos, infrações ambientais);	Redução dos problemas de saúde advindos do lançamento de resíduos ao MA;	Aumento na eficiência das ações de controle, pela concentração de tempo e esforços em outras áreas;	Redução e/ou eliminação de poluentes para o ar, água e solo e seus impactos;
Aumento de produtividade e competitividade;	Redução da toxicidade dos produtos;	Melhoria da imagem pública da organização de controle;	Melhor conservação dos recursos;
Melhoria da imagem corporativa (mercado e pública);	Melhoria da conscientização ambiental;	Melhoria das relações da organização de controle com a comunidade;	Prevenção dos problemas ambientais;
Reforço para manutenção e conquista de clientes importantes ou estratégicos;	Redução de possíveis incômodos e divergências com a organização, devido à emissão de poluentes ao MA.	Aumento na confiabilidade das ações de controle.	Redução de acidentes ambientais.
Maior acesso a linhas de crédito;			
Diminuição de riscos ambientais e seguros mais baratos;			
Melhor relacionamento com os órgãos ambientais e entorno;			
Melhoria das condições de SST.			

Fonte: Adaptada de Pacheco (2010).

Para facilitar o emprego da metodologia proposta, é sugerido o uso de cinco Folhas de Trabalho, que compõem o Relatório de Implantação de P+L. Elas têm por objetivo registrar qualitativa e quantitativamente os principais produtos e serviços produzidos, os resíduos e emissões mais importantes, as quantidades de matérias primas e auxiliares necessários e as técnicas de P+L utilizadas para minimizar ou prevenir cada resíduo.

Kiperstok *et al.* (2002) apresenta uma tabela que auxilia o registro de resíduos, classificando-os em onze categorias: (A) matérias-primas não utilizadas, (B) impurezas, substâncias secundárias ou subprodutos inevitáveis, (C) resíduos e

subprodutos não-desejados, (D) materiais auxiliares usados, (E) substâncias produzidas na partida ou parada de equipamentos, (F) lotes mal produzidos e refugos, (G) resíduos e materiais da manutenção, (H) materiais de manuseio, estocagem, amostragem, análise e transporte, (I) perdas devido à evaporação, (J) materiais de distúrbios e vazamentos e (K) materiais de embalagem.

O mesmo autor destaca a importância de se fazer uma análise dos benefícios ambientais, econômicos, tecnológicos, sociais e na saúde ocupacional obtidos com o programa. Além disso, é fundamental manter um registro fotográfico do “antes e depois” para efeitos comparativos e estimuladores do processo de implantação da P+L.

2.3.2 SGA e Aplicações no Setor Sucroenergético

SGA é definido pela NBR ISO 14.001 (ABNT 2004) como a “parte do Sistema de Gestão Global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental”. Uma das etapas para sua implantação consiste na determinação de:

1. Aspectos ambientais: atividades, produtos ou serviços da organização que podem interagir com o MA. Ex.: emissões atmosféricas, lançamentos em corpos d'água, uso de matérias-primas e recursos naturais, uso de energia e, resíduos e subprodutos;
2. Impactos ambientais: mudanças no MA, que resultem total ou parcialmente dos aspectos ambientais. Ex.: aquecimento global, toxicidade, poluição do rio, esgotamento de matérias-primas, contribuição ao esgotamento de recursos naturais;
3. Legislação ambiental: normas jurídicas que disciplinam a atividade humana para torná-la compatível com a proteção do MA e que variam de acordo com o local onde está instalada a empresa;

4. Política ambiental: definida pela própria empresa. Ex.: adequação à legislação para reduzir multas e penalidades, racionalização do uso de energia e de água, reciclagem de resíduos e subprodutos, reuso de água, parcerias institucionais na tentativa de vincular a empresa a uma imagem “ecologicamente correta”;
5. Objetivos ambientais: definidos pela empresa com base no seu perfil poluidor. Ex.: controle das emissões, redução da poluição do rio, redução da geração de resíduos sólidos;
6. Meta ambiental: quantificação dos objetivos ambientais. Ex.: redução de 20% da poluição do rio e redução de 50% da geração de resíduos sólidos.

Segundo Brito (2010), o setor possui características que podem ser agrupadas em sistema ambiental e em relação às suas atividades. O sistema apresenta subsistemas e cada um deles, componentes e, cada um destes, diferentes fatores. Com relação às atividades, elas são classificadas em preliminares, agrícolas e pós-industriais. Suas características podem ser visualizadas na Tabela 3, onde os sinais (+) e (-) representam, respectivamente, os impactos positivos e negativos.

A Tabela 4 apresenta um plano de ação a ser adotado em cada um desses itens, como uma das etapas para implantação de um SGA numa determinada usina sucroenergética. Nele, os critérios de desempenho são equivalentes à política ambiental que deve ser estabelecida. É importante definir os prazos para alcance das metas, bem como os setores responsáveis por isso.

Tabela 3 – Características do setor sucroenergético.

Sistema Ambiental			Principais Atividades do Setor																
Sub-Sistema Ambiental	Componente Ambiental	Fator Ambiental	Atividades Preliminares			Atividades Agrícolas						Atividades Industriais e Pós-Industriais							
			1	2	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12	13		
						A	B				A	B							
Atmosférico	Meio Atm.	Clima																+	
		Qualidade do Ar			-	-		-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Terrestre	Meio Fís.	Geologia																	
		Geomorfologia																	
		Solos			-	-	+	-	-+	+	+	-	+	+					
		Aptidão Agrícola				-		-				-							
		Erosão				-	+	-	-+	+	+	-	+						
	Meio Biol.	Vegetação	-		-	-		-	-			+	-						
		Fauna			-	-		-	-			+	-						
		Uso e Ocupação	-		-	-		-				-	+						
Aquático	Meio Fís./Quím./Biol.	Águas Superficiais			-	-		-	-	-	+	-		-	-	-			
		Aquíferos			-	-		-	-	-				-		-			
		Biologia Aquática			-	-		-	-	-		-		-		-			
Sócio-Econômico-Cultural	Infra-Estrutura	Sist. Viário			+	-+	-+		-	-		-					-		
		Uso de Água						-			+	-		-					
	Demografia	População									-								
		Migração	-					-	-				-						-
	Atividades Econômicas	Setor Primário	-+		-+	-+	+	-+	-	+	+	-	+	-+					-+
		Setor Secundário	+	+	+	+			+	-	+	-	+	+	+	+			-
		Setor Terciário	-+	+	+	+	+				+	-		+	+	+			
	Nível de Vida	Educação	-															+	
		Saúde	-						-	-	+	-		-	-	-			
		Nível de Emprego	-						-		+	-		+	+				-
	Patrimônio	Pais./Hist./Cult.	-		-	-	-	-											
Rel./Pol./Inst.		+	+	-+	-+	+	-+	-+	-	+	-		-+	+	-			-	

Fonte: Adaptada de Brito (2010).

Tabela 4 – Plano de ação para implantação de SGA.

Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais	Requisitos Legais	Critérios de Desempenho	Objetivo	Meta	Prazo	Responsabilidade
Emissões líquidas;	Contaminação do rio pela DBO;	Obedecer aos limites máximos permissíveis para as emissões líquidas;	Em função da classe dos meios receptores adequarem os efluentes produzidos;	Tratar os efluentes, para atingir a meta de redução;	Reduzir em 20% a poluição do rio, usando tratamento biológico;	12 meses;	Engenheiros químicos, mecânicos, de produção, agrícolas, agrônomos, etc.;
Emissões gasosas.	Poluição do ar.	Atender a padrões de qualidade do ar, reduzindo emissões.	Seguir padrões nacionais e internacionais de qualidade ambiental, que normalizam as emissões.	Controlar as emissões gasosas, de modo a atender as metas;	Reduzir em 20% a poluição atmosférica.	10 meses.	Setor responsável.

Fonte: Adaptada de Brito (2010).

Ainda segundo Brito (2010), as principais razões para a implementação de um SGA não se relacionam apenas à pressão legislativa, mas se devem também às exigências dos clientes e a necessidade de melhoria da imagem organizacional, dentre outros fatores. Com a implantação de um SGA, a usina inicia o atendimento aos requisitos estabelecidos pela NBR ISO 14.001, comprometendo-se com a melhoria contínua, com a preservação da poluição e com o cumprimento da legislação.

Pela dimensão dos impactos ambientais negativos provocados por uma usina de açúcar e álcool, que utiliza um grande volume de água e gera efluentes de alta carga poluidora, ela é considerada uma das indústrias mais poluidoras que se conhece. Através da certificação, a organização tem a oportunidade de mostrar efeitos pró-ativos em favor do MA, alcançar a qualidade total, conquistar novos mercados, reduzir custos operacionais e, assim, garantir sua sobrevivência futura.

Para se certificar pela ISO 14.001, não se exige que a usina adote a melhor tecnologia disponível ou desenvolva a melhor possível, não sendo necessário modificar o layout de produção ou adquirir equipamentos de primeira linha (BRITO,

2010). O que ela precisa é demonstrar seu comprometimento com a melhoria contínua, assumindo seus erros e declarando seu empenho em corrigi-los

2.4 Considerações Finais

O setor sucroenergético, historicamente reconhecido pelos impactos ambientais de seus processos produtivos, destaca-se hoje no reuso de água, com 84%, ficando atrás somente do setor de mecânica (88,9%), como verificado numa pesquisa das melhores práticas ambientais das empresas de todos os ramos de atividade, realizada pela Análise (2009). Outros resultados, apresentados na Figura 4, demonstram que 48% das usinas de açúcar e álcool possuem política ambiental integrada com as demais políticas da companhia e que 80% conhecem os impactos dos seus processos e atividades.

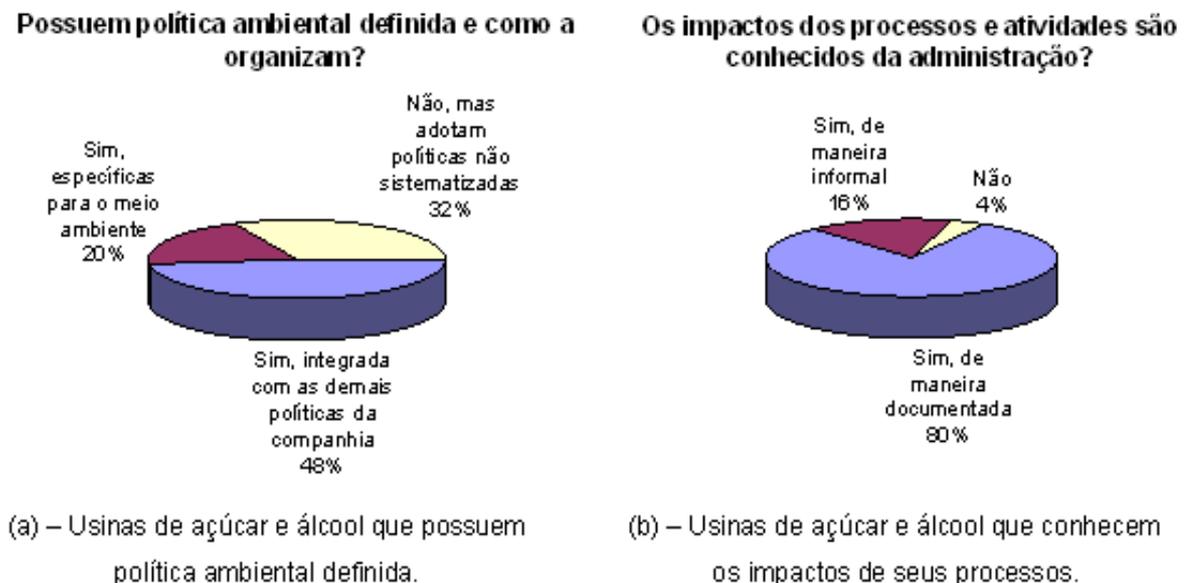


Figura 4 – Práticas ambientais no setor sucroenergético brasileiro.
Fonte: Próprio autor, a partir de dados de Análise (2009).

Para Andrade e Diniz (2007), a iniciativa de algumas usinas de açúcar e álcool em obter certificação ambiental, bem como os instrumentos previstos na PNMA, como a AIA/RIMA e o licenciamento de atividades poluidoras, ainda são

insuficientes para garantir que o setor sucroenergético brasileiro está realmente engajado no compromisso de responsabilidade social e melhoria contínua da qualidade ambiental.

Pela importância do setor para a economia nacional, faz-se necessário dedicar maior atenção à pesquisa no sentido de tornar seus processos produtivos mais racionais, mais eficientes e, sem dúvida, menos agressores ao MA. É nesse sentido que a P+L se apresenta com seus princípios que possibilitam o alcance desse objetivo, constituindo mais que um remédio, que age nos sintomas, mas uma vacina, que atua sobre as causas, por estar aliada à prática preventiva dos impactos ambientais.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

A pesquisa é definida por Gil (2002) como um procedimento racional e sistemático, com o objetivo de proporcionar respostas aos problemas propostos. Para a obtenção de resultados satisfatórios, seu projeto e seu desenvolvimento devem ser planejados. Neste capítulo, são abordados os métodos empregados em cada etapa que foi necessária para a realização desta pesquisa.

Do ponto de vista da natureza, segundo Silva e Menezes (2001), uma pesquisa pode ser básica, quando objetiva a geração de novos conhecimentos úteis ao avanço da ciência, mas sem previsão de aplicação prática. Ou ela pode ser aplicada, se visa à solução de um problema específico.

No que se refere à forma de abordagem do problema, uma pesquisa é dita quantitativa, ao traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. E é dita qualitativa, se tem o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados e o pesquisador como instrumento-chave (*idem*, 2001).

Em relação aos objetivos, classifica-se a pesquisa em exploratória, descritiva ou explicativa. A primeira envolve levantamento bibliográfico e entrevistas. A segunda visa descrever características de uma população ou fenômeno ou estabelecer relações entre variáveis. A terceira visa identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos (*idem*, 2001).

Quanto aos procedimentos técnicos, o mesmo autor menciona os seguintes tipos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa *expost-facto*, pesquisa-ação e pesquisa participante.

Como instrumentos tradicionais de coleta de dados, o autor cita (1) a observação, em que o pesquisador utiliza seus sentidos para obtenção de dados de determinados aspectos da realidade; (2) a entrevista, que obtém informações de um entrevistado, sobre um assunto ou problema específico; (3) o questionário, que consiste numa série de perguntas a serem respondidas por escrito pelo informante; e (4) o formulário, que se diferencia do último pela situação face a face.

3.1 Tipo e Natureza da Pesquisa

Para Marconi e Lakatos (1999), os critérios para a classificação dos tipos de pesquisa variam de acordo com o enfoque de cada autor. A divisão obedece a interesses, condições, campos, metodologia, situações, objetivos, objetos de estudo, etc.. Assim, segundo a classificação proposta por Silva e Menezes (2001), apresentada anteriormente, esta pesquisa tem as seguintes características:

- A pesquisa é aplicada, uma vez que envolve verdades e interesses da região do Submédio São Francisco, visando gerar conhecimentos dirigidos à mitigação dos impactos ambientais decorrentes da atividade do setor sucroenergético;
- A pesquisa é predominantemente qualitativa, principalmente por não requerer o uso de métodos e técnicas estatísticas;
- A pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema ambiental na região, com vistas a torná-lo explícito;
- A pesquisa é um estudo de caso, do setor sucroenergético do Submédio São Francisco, representado por uma empresa instalada no município de Juazeiro/BA, de forma que se permita seu amplo e detalhado conhecimento.

3.2 Campo de Atuação e Sujeitos da Pesquisa

O campo de atuação desta pesquisa é o setor sucroenergético da região do Submédio São Francisco, particularmente seus processos produtivos e os impactos ambientais deles decorrentes.

O principal sujeito da pesquisa é a empresa atuante no setor sucroenergético da região do Submédio São Francisco. Ela disponibilizou os dados que possibilitaram a ampliação dos conhecimentos científicos sobre a aplicação da P+L

no setor. Mas há outros sujeitos: o consumidor, a população local e o meio ambiente em geral, que podem ser beneficiados com a adoção da P+L no setor.

3.3 Procedimentos de Coleta de Dados

O processo de coleta de dados no estudo de caso é mais complexo que o de outras modalidades de pesquisa, pois se utiliza sempre mais de uma técnica, para garantir a qualidade dos resultados obtidos (GIL, 2002). Esta pesquisa empregou três instrumentos citados por Marconi e Lakatos (1999): a observação, a entrevista e o questionário, sendo dividida nas etapas a seguir.

3.3.1 Pesquisa Bibliográfica

A primeira etapa de coleta de dados foi a pesquisa bibliográfica que, para Marconi e Lakatos (1999), não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre determinado assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.

Ela foi realizada visando à elaboração da revisão da literatura do projeto, com base em anais de eventos, dissertações de mestrado, livros, relatórios e a própria legislação ambiental, dentre outras fontes, que permitiram aprofundar o conhecimento acerca da temática. Além disso, foi possível vislumbrar a origem e a evolução da P+L como ferramenta de GA, conhecer o estágio atual do setor sucroenergético brasileiro e verificar o que já vem sendo proposto para minimização dos impactos ambientais de seus processos produtivos.

3.3.2 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo, segundo Marconi e Lakatos (1999), é a observação de fatos e fenômenos espontaneamente, que não deve ser confundida com a simples

coleta de dados, por ser muito mais que isso, exigindo como pré-requisito a realização da pesquisa bibliográfica sobre o tema.

Para a realização do estudo de caso proposto, foram efetuadas visitas técnicas à empresa atuante no setor sucroenergético da região do Submédio São Francisco, necessárias para conhecimento dos seus processos produtivos, adotando-se a observação não-participante, em que o pesquisador toma contato com a realidade, mas não se deixa envolver pelas situações, e a entrevista não-estruturada, em que o entrevistado tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada (MARCONI e LAKATOS, 1999).

O questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do pesquisador (*idem*, 1999). Para identificação dos impactos ambientais, foi adaptado o questionário elaborado por Andrade e Diniz (2007), em sua monografia de especialização em Gerenciamento Ambiental (USP). O questionário original, que foi anexo ao projeto deste TFC, contendo 48 questões fechadas ou dicotômicas (sim ou não), foi reduzido a 30 questões (ver apêndice), adaptadas à realidade local. Houve essa necessidade pelas diferenças existentes entre os processos produtivos envolvidos nas pesquisas, como produtividade e tecnologia empregada, método empregado para irrigação, presença de postos de pedágio, bem como de unidades sucroalcooleiras próximas às instalações.

3.4 Definição das Variáveis e Análise de Dados

Como pode ser verificado no apêndice, o questionário está agrupado nos blocos (1) Setor Industrial, (2) Setor Agrícola e (3) Sistema de Gestão Ambiental e abrange aspectos como captação de água, gestão de resíduos, consumo de óleo diesel, graxas e óleo lubrificante, porcentagem de cana colhida sem queima, geração de energia, etc..

Os autores propuseram um Índice de Sustentabilidade Ambiental da Agroindústria da Cana-de-Açúcar (ISAAC), com base em ponderações para cada um dos indicadores, cuja possibilidade de utilização foi eliminada, porque essa medida

preocupou a empresa envolvida, que teria caracterizada sua situação como inadequada, controlada ou adequada. Desta forma, os dados obtidos foram analisados de forma qualitativa, uma vez que o objetivo desta pesquisa não se restringiu a caracterizar a adequação da situação da empresa, mas propor a aplicação de técnicas de P+L para minimização dos impactos ambientais de seus processos produtivos.

O questionário foi encaminhado a uma representante da empresa, que respondeu o bloco do Sistema de Gestão Ambiental – por estar sua implantação sob a responsabilidade dela – e coletou os dados referentes aos Setores Agrícola e Ambiental. No apêndice deste TFC, está disponível uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que, dentre outras coisas, autorizou a aplicação deste questionário.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A agroindústria em estudo foi fundada em 1972, no município de Juazeiro/BA, como um projeto pioneiro de instalação de uma usina produtora de açúcar e álcool em pleno semi-árido nordestino. Como já mencionado na introdução deste TFC, ela constitui hoje a maior geradora de empregos da região (4.360 em período de safra), respondendo por 60% do álcool produzido no estado da Bahia (PORTAL, 2010a).

Para se ter uma noção da magnitude de sua produção, segundo o Jornal Cana (2009), a previsão da empresa para a safra 2009/2010 foi de 1,26 milhão de toneladas de cana, o que possibilitaria uma produção de 2,4 milhões de sacos de 50 kg de açúcar e 26 milhões de litros de álcool. Como informado pelo Portal Estrada do Coco (2010), até 2013, a empresa planeja ampliar sua área irrigada de cana de 16 mil para 21 mil hectares cultivados, o que exigirá investimentos de R\$60 milhões somente na parte agrícola, ou seja, R\$12 mil por hectare.

A empresa tem o mercado interno como principal destino de escoamento da sua produção, seja diretamente para o varejo, seja em atacado. Neste último caso, o açúcar refinado é fornecido a distribuidoras de alimentos, que o empacotam com suas próprias marcas. A Figura 5 mostra o silo de açúcar de uma dessas distribuidoras, instalada também no município de Juazeiro/BA. No caso do álcool, para o qual é destinada 28% da cana produzida, a quase totalidade dele é anidro e colocado junto às distribuidoras da Petrobrás.



Figura 5 – Silo de açúcar de uma distribuidora.
Fonte: Próprio autor.

4.1 Identificação dos Impactos Ambientais

A identificação dos impactos ambientais decorrentes das atividades produtivas do setor sucroenergético representa o primeiro objetivo específico desta pesquisa. Para atingi-lo, foi observado, no decorrer das visitas técnicas realizadas, como se dá o processo de produção de açúcar, álcool e bioeletricidade na empresa caso de estudo. Uma visão geral das etapas constituintes do mesmo pode ser visualizada na Figura 6.

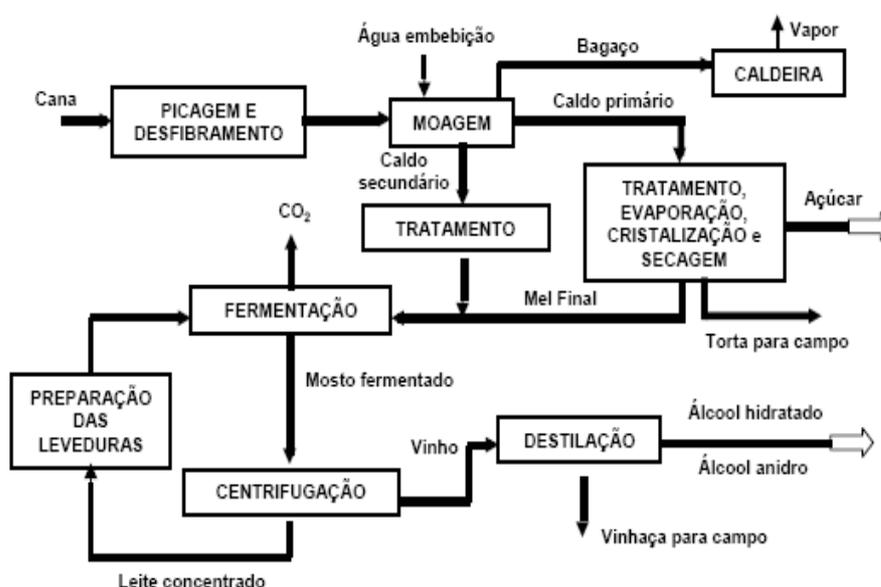


Figura 6 – Visão geral do processo produtivo de açúcar e álcool e bioeletricidade.
Fonte: Dias (2010).

Segundo Dantas Neto *et al.* (2010), o sistema produtivo da cana-de-açúcar é composto pelas etapas de planejamento agrícola, preparo do solo, plantio, adubação e irrigação. Mas o que se observou foi o processo de produção da fábrica propriamente dita, o que se inicia com a colheita da cana, até mesmo pelo momento em que foram realizadas as visitas técnicas à usina: pleno período de safra.

No campo, a cana é cortada manualmente e carregada inteira. É nesta etapa do processo que se visualiza um dos grandes impactos sociais deste sistema produtivo: as condições de trabalho do cortador de cana, com longas jornadas, exposição ao sol e alimentação inadequada.

O transporte da cana até a usina é feito por caminhões com reboque, como o apresentado na Figura 7, conhecidos como “julietas”, que chegam a puxar 10 vagões, totalizando de 12 a 13 toneladas de cana. Essa redução de custo com o transporte somente é possível pelo fato de as estradas por onde circulam os veículos serem de propriedade da empresa.



Figura 7 – Caminhão empregado no transporte da cana.
Fonte: Próprio autor.

Antes que a descarga seja liberada, os veículos permanecem em uma área para espera, como mostrado na Figura 8. Nesta etapa, pode ser citado o alto consumo de óleo diesel, bem como a quantidade de poluentes emitidas por esses caminhões. Além deles, a empresa possui uma frota de dezenas de ônibus que fazem o transporte dos trabalhadores aos mais diversos bairros dos municípios de Juazeiro/BA e Petrolina/PE.



Figura 8 – Caminhões aguardando liberação para descarga.
Fonte: Próprio autor.

A cana é descarregada diretamente nas mesas de alimentação das moendas, por meio de esteiras rolantes, para ser processada (Figura 9).



Figura 9 – Descarga da cana nas mesas de alimentação.
Fonte: Próprio autor.

A cana é lavada para remoção do material estranho, o que melhora a qualidade do caldo e prolonga a vida útil do equipamento. Depois disso, ela é preparada, de forma a aumentar sua densidade e sua capacidade de ser moída. Em seguida, o conjunto de moendas é alimentado, forçando a cana para dentro da calha, onde ela é comprimida entre rolos. Durante a moagem, é feita a embebição, ou seja, adiciona-se água ao bagaço, para diluir o caldo remanescente e, com isso, extrair a maior quantidade possível de açúcar.

O caldo de cana obtido na extração é filtrado por meio de peneiras, para remoção das impurezas insolúveis, e tratado com cal hidratada, para correção do pH. Essa cal é produzida na própria usina pela queima do calcário. Posteriormente, o caldo é concentrado, cozido, centrifugado e seco, obtendo-se o açúcar, que é ensacado (50kg) ou empacotado (1kg).

Para obtenção do álcool, o caldo é purificado, pasteurizado, acrescido de leveduras para fermentação, centrifugado e então enviado à destilaria (Figura 10).



Figura 10 – Destilaria para produção de álcool.
Fonte: Próprio autor.

Dentre os principais impactos observados da produção da usina, os quais corroboram com as pesquisas feitas por Piacente (2005), foram observados:

- Redução da biodiversidade, causada pelo desmatamento e pela implantação da monocultura;
- Contaminação das águas e do solo, por meio da adubação química e aplicação de herbicidas e defensivos;
- Compactação do solo e consumo intenso de óleo diesel, pelo tráfego de máquinas pesadas para transporte;
- Emissão de fuligem e gases de efeito estufa, pela queima da palha durante a colheita da cana.

Muitos deles estão relacionados à geração de resíduos: (1) bagaço (Figura 11), resultante da moagem da cana, (2) torta de filtro, proveniente da clarificação do caldo, e (3) cinzas, geradas na queima do bagaço. Seus principais riscos são expostos a seguir.



Figura 11 – Bagaço residual dos processos.
Fonte: Próprio autor.

1. O armazenamento de bagaço ao ar livre sem a proteção da ação das águas pluviais e dos ventos tem importância em termos de saúde ocupacional, além de gerar efeitos estéticos indesejáveis nos telhados e vias de circulação, que permanecem constantemente sujos no período da safra;

2. A torta de filtro é uma espécie de lodo resultante da clarificação do caldo de cana. Após a separação industrial, esse resíduo é acumulado em áreas ao ar livre, diretamente sobre o solo, para armazenamento temporário até seu destino final, que é a compostagem. Em função de sua característica orgânica, também apresenta elevada Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), o que causa poluição se despejada em corpos d'água;
3. As cinzas provenientes da queima do bagaço e da palha, em virtude de sua cor escura, também causam incômodos ao bem estar público por sua precipitação nas residências. Sua fração inalável penetra nos pulmões e diminui a capacidade respiratória, por isso é obrigatório o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) na fábrica.

4.1.1 A Queima da Palha da Cana

De todos os impactos verificados, talvez o mais prejudicial seja a queima da palha como método facilitador da colheita, por isso a razão do tópico exclusivo para sua discussão. Muitas são as vantagens apresentadas (MIALHE, 1996): operação de limpeza eficiente e econômica, eliminação de quase 50% da água contida no caule, aumento da produtividade no corte, diminuição de acidentes provocados por animais venenosos. Mas o uso do fogo provoca emissões de poluentes, aumenta a temperatura do solo, afugenta animais e atinge núcleos urbanos, causando problemas respiratórios à população e efeitos estéticos indesejáveis nas residências, o que eleva o consumo de água consumida para limpeza das mesmas.

Não se dispõe de dados acerca da quantidade de partículas em suspensão no município de Juazeiro/BA, durante o período da colheita. No entanto, um estudo realizado pelo Laboratório de Poluição Atmosférica da Universidade de São Paulo (USP) mostra que, de abril a novembro, na cidade de Piracicaba/SP, as pessoas expostas a esse tipo de material e que já têm alguma doença, por exemplo, crianças ou idosos com asma, bronquite ou rinite, têm seu problema exacerbado. Também aumentam as infecções respiratórias, principalmente as rino-sinusites e pneumonias (PORTAL, 2010b).

Segundo um dos membros da Sociedade Paulista de Pneumologia e Tisiologia (SPPT, 2010), o plantio e a colheita de cana são feitos da mesma forma há 50 anos. Não se investe na melhoria tecnológica, apenas na minimização dos custos e na maximização dos lucros. Há condições para se desenvolver máquinas capazes de trabalhar nas áreas hoje não-mecanizáveis (como as de declive superior a 12%), mas se não houver uma lei obrigando, ninguém vai investir. Por sua vez, o corte manual é possível sem a queima, mas os próprios cortadores, que recebem por produtividade, preferem cortar a cana já queimada, uma vez que o trabalho se torna mais veloz. Eles são os mais atingidos pelos malefícios da poluição e suas condições de trabalho são absurdas. Em 2009, por exemplo, foram registradas 13 mortes de cortadores por exaustão na região de Piracicaba.

Mas o uso do fogo como método despalhador e facilitador do corte da cana-de-açúcar tem fim previsto para 2021, infelizmente apenas para o estado de São Paulo. Esse prazo foi determinado pela Lei Estadual Nº. 11.241, de 19 de setembro de 2002, para as áreas mecanizáveis, sendo estendido até 2031 para as áreas não-mecanizáveis.

4.1.2 Poluição das Águas e do Solo

A vinhaça, ou vinhoto, é um resíduo resultante do processo de destilação do álcool, produzido a partir do caldo da cana ou da fermentação do melaço. Constitui uma ameaça ambiental por causa do seu grande potencial de poluição, o que justifica mais um tópico exclusivo para discussão.

Segundo Rosillo-Calle *et al.* (2005), ela geralmente apresenta uma coloração de marrom a avermelhada e um baixo conteúdo total de sólidos. As substâncias nocivas presentes geram uma DBO muito alta e um pH baixo, devido aos ácidos orgânicos corrosivos nela contidos. Dessa forma, seu descarte em cursos d'água não é o recomendado, pelos sérios danos à vida aquática que pode causar.

No processo produtivo da usina em estudo, a vinhaça é gerada à razão de 13 litros por litro de álcool, o que está dentro do previsto pelas observações do mesmo autor (de 12 a 18 litros). Como pode ser constatado na Figura 12, ela escorre por

grande parte da área da fábrica, o que torna extremamente desagradável a respiração, caso não se utilize EPI.



Figura 12 – Vinhaça formada durante a produção de álcool.
Fonte: Próprio autor.

4.2 Avaliação do Interesse pela P+L

Por meio da aplicação do questionário disponível no apêndice deste TFC, buscou-se alcançar o segundo objetivo específico desta pesquisa, ao se avaliar o interesse da empresa na aplicação de técnicas de P+L, nos setores industrial e agrícola e no sistema de gestão ambiental, o que é descrito nos tópicos a seguir.

4.2.1 Setor Industrial

No que se refere à utilização de recursos naturais, o que caracteriza uma estratégia de P+L aplicada a processos, toda a água captada atualmente é proveniente da superfície. A empresa é pioneira na irrigação pelo sistema de gravidade, sem necessidade de bombeamento. A maior parte da irrigação é feita por gotejo, o que reduz os custos e coloca na planta a quantidade exata de água que ela necessita. Existem ainda 25 pivôs centrais e está em fase de implantação o gotejamento subterrâneo, que tem um custo de R\$11 mil por hectare. Outro ponto positivo foi a recente substituição do sistema de lavagem tradicional da cana pelo

sistema de lavagem a seco, que reduziu em 75% o consumo de água na indústria, de 1.200m³/h para 300m³/h.

Como estratégia de P+L aplicada a produtos, o enxofre até então empregado na etapa de branqueamento do açúcar cristal foi recentemente substituído pelo ozônio, aumentando a eficiência do processo produtivo e reduzindo os custos com produtos químicos, mão-de-obra e desgaste dos equipamentos. A nova tecnologia (Figura 13), que representou um investimento de R\$1,5 milhão, segundo o Jornal Cana (2009), também ameniza a agressão ao meio ambiente e à saúde dos colaboradores, pela menor emissão de poluentes (inclusive uma menor quantidade de vinhaça, agora isenta de antibióticos), e garante aos consumidores do açúcar refinado um produto final mais saudável, pela possibilidade de adição de nutrientes, como a vitamina A, que antes era eliminada pela reação química.



Figura 13 – Equipamento para produção de ozônio.
Fonte: Caroto (2010).

Quanto aos resíduos gerados pelo processo produtivo, o bagaço (equivalente a 35% da matéria-prima esmagada), o lodo da lavagem (retirado dos tanques de decantação), a torta de filtro (resultante da filtração da mistura de lodo com bagacilho) e a vinhaça/vinhoto (proveniente da destilação do vinho) são destinados à compostagem, isto é, à produção de adubo orgânico de grande valor fertilizante para as plantas. Os resíduos do setor de lavagem, lubrificação e manutenção, bem como as lâmpadas fluorescentes e embalagens de produtos químicos, são recolhidos por uma empresa terceirizada, que é responsável por sua disposição final.

O bagaço da cana é usado como combustível nas caldeiras e garante a auto-suficiência da indústria em eletricidade e em energia térmica, um procedimento que

já se tornou comum na maior parte das usinas. O vapor gerado é usado para impulsionar as turbinas a vapor, como pode ser visto na Figura 14. A palha que não é queimada no campo durante a colheita é empregada como combustível. Há cogeração e comercialização de energia elétrica excedente (6.000kWh dos 14.000kWh gerados), sendo a empresa auto-suficiente em energia e ainda revendendo-a às concessionárias e distribuidoras locais. Esse atendimento à demanda de eletricidade e calor contribui sobremaneira à sustentabilidade financeira e à diversificação das fontes de receita, ao mesmo tempo em que reduz a dependência de combustíveis fósseis e as pressões ambientais.



Figura 14 – Vapor gerado pela queima do bagaço.
Fonte: Próprio autor.

Recorrendo ao Organograma de P+L, apresentado na Figura 3, podem-se classificar as medidas já adotadas pela empresa pelos níveis:

- Nível 1 (redução na fonte): substituição do enxofre pelo ozônio, pois envolve a modificação do produto e do seu processo produtivo, e também a introdução do sistema de lavagem a seco, outra modificação com a adoção de tecnologia limpa;
- Nível 2 (reciclagem interna): uso do bagaço e da palha como combustível nas caldeiras, uma forma de reintegração dos resíduos ao processo produtivo, gerando energia elétrica e calor suficientes para atender à demanda da empresa;

- Nível 3 (reciclagem externa): compostagem, que é a recuperação dos resíduos orgânicos – do bagaço, do lodo da lavagem, da torta de filtro e da vinhaça/vinhoto – e; reciclagem externa de resíduos do setor de lavagem, lubrificação e manutenção, bem como de lâmpadas fluorescentes e embalagens de produtos químicos.

4.2.2 Setor Agrícola

O empreendimento tenta compensar as áreas de reserva florestal obrigatória, mas ainda precisa aumentar a largura da mata ciliar na margem do Rio São Francisco em 200m, uma vez que atualmente há somente 300m dos 500m de Área de Preservação Permanente (APP) exigidos por lei.

Visando à eliminação da queima da palha da cana, que talvez represente o maior impacto ambiental, por afetar diretamente a saúde da população, a empresa está investindo na experimentação da colheita de cana crua, embora ainda seja pequeno o percentual de utilização deste método.

É realizado o monitoramento da qualidade do solo nas áreas de aplicação de vinhaça, por constituir um resíduo muito ácido, que não deve ser despejado diretamente nas águas do rio, havendo na empresa várias lagoas artificiais para seu tratamento, distribuídas pelas áreas de plantio.

Nunca foi registrado nenhum tipo de contaminação ambiental provocada por vazamentos de combustíveis. Além disso, planeja-se a utilização de graxas e óleos lubrificantes industriais biodegradáveis, o que se justifica pela relação custo/benefício, sendo mais caros, mas rendendo muito mais que os comuns.

As emissões gasosas dos veículos a diesel, inclusive dos fornecedores e clientes, serão monitoradas por meio da escala de Ringelmann (Figura 15), que avalia a toxicidade da fumaça pela sua coloração. Essa é mais uma medida a ser adotada visando ao atendimento dos requisitos para implantação de um SGA, conforme a norma ISO 14.001.

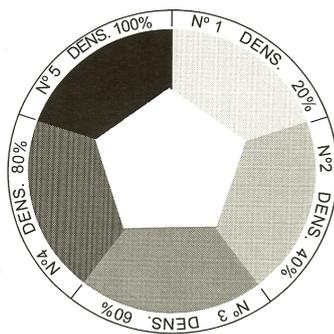


Figura 15 – Índice de Fumaça tipo Ringelmann Reduzido.
Fonte: Guia (2010).

No que concerne ao setor agrícola, é importante mencionar, ainda, as iniciativas da empresa para conservação do meio ambiente, monitorando a fauna em sua área de influência, sob consultoria de uma equipe de biólogos, que analisam e classificam as espécies. Também são produzidas em viveiro, bem como plantadas mudas de plantas nativas, com vistas à reconstituição da mata ciliar às margens do rio São Francisco e do riacho Tourão (um de seus principais afluentes), e também ao reflorestamento das áreas de reserva do bioma Caatinga.

4.2.3 Sistema de Gestão Ambiental

O empreendimento está em fase de implantação de um SGA, pois tem como meta a certificação ISO 14.001. Ela tem sua política ambiental fundamentada nos requisitos dessa norma internacional, a saber:

- Atendimento às exigências da legislação ambiental vigente e aos demais requisitos inerentes aos valores da empresa;
- Melhoria contínua através de uma gestão participativa junto aos colaboradores, clientes, acionistas, fornecedores e comunidade;
- Promoção do DS de forma planejada e preventiva, conservando os recursos naturais e reciclando os resíduos para redução de impactos.

Como informações coletadas por meio do questionário aplicado, tem-se que as atuações ambientais são disponibilizadas ao público, mas se pensa em melhorar essa comunicação, que atualmente é fundamentada em *website* e *folders* distribuídos principalmente nos eventos locais. Não há, nem existe a pretensão de se implantar uma ouvidoria ambiental.

Na safra anterior (2009-2010), não houve autuações administrativas dos órgãos ambientais. O licenciamento ambiental do empreendimento está atualizado. Segundo a representante da empresa, existe a preocupação de sempre buscar atender aos prazos estabelecidos para manter suas atividades regularizadas e, assim, evitar multas desnecessárias.

A empresa possui terras arrendadas para plantação de mangueiras e nos contratos de arrendamento firmados, é exigido do arrendatário o estabelecimento de programa para recomposição/restauração de APPs.

Não há produção certificada de cana orgânica, embora se conheçam as oportunidades relacionadas à mesma. A justificativa talvez seja a demanda ainda incipiente do mercado interno (para onde se destina a maior parte produção) por produtos orgânicos.

Os resíduos comuns recicláveis são armazenados em um galpão (Figura 16) e posteriormente destinados a cooperativas de coleta. Mas os resíduos de serviços de saúde não são segregados, pois se considera muito pequena a quantidade produzida no ambulatório.



Figura 16 – Galpão para armazenamento de resíduos.
Fonte: Próprio autor.

Além de investir na conservação do meio ambiente, a empresa também desenvolve uma série de projetos sociais, amplamente divulgados ao público, mas sem mensuração dos valores envolvidos:

- Realização de visitas ambientais de pesquisadores e estudantes interessados;
- Arrecadação e distribuição de brinquedos às crianças de bairros periféricos durante o Natal;
- Incentivo às manifestações artísticas e culturais da região;
- Patrocínio de atletas locais como forma de apoio ao esporte;
- Promoção anual do “Ação Cidadania” para oferecer informação, lazer e serviços públicos à população carente;
- Educação de adultos para redução do índice de analfabetismo entre seus colaboradores; e,
- Educação infantil, através do fornecimento de material didático, transporte, fardamento, merenda e custeamento de professores de escolas públicas do município de Juazeiro/BA.

Essas iniciativas demonstram a mudança de posicionamento por parte da empresa, inserindo a responsabilidade sócio-ambiental no seu planejamento estratégico, o que comprova o verificado por Henkels (2002).

4.3 Proposição de Novas Aplicações

A partir dos resultados obtidos por meio da aplicação do questionário, foi possível considerar boa a situação do Setor Industrial, pois a empresa mostra-se bastante pró-ativa, destacando-se nacionalmente pelos seus investimentos em tecnologias inovadoras. No Setor Agrícola, a situação é regular e a empresa tem

buscado melhorias. No que se refere ao Sistema de Gestão Ambiental, falta cumprir muitos requisitos para sua implantação.

É indiscutível que a empresa estudada está inclusa nas 48% das usinas de açúcar e álcool que possuem política ambiental integrada com as demais políticas da companhia e que faz parte das 80% que conhecem os impactos dos seus processos e atividades, conforme os resultados da pesquisa realizada pela Análise (2009). Ainda assim, algumas técnicas de P+L podem ser propostas para aplicação na empresa, visando torná-la mais competitiva e, atender ao terceiro e último objetivo específico deste TFC.

A eliminação das queimadas por meio da introdução da colheita mecanizada de cana crua é capaz de reduzir, a longo prazo, os custos de produção e os impactos à saúde dos trabalhadores e da comunidade. Além disso, pode aumentar o rendimento, ao eliminar a perda de sacarose por exsudação e dos resíduos de valor econômico, como a palha, que diminui a necessidade de fertilizantes, controla a proliferação de ervas daninhas e conserva a umidade.

Algum procedimento precisa ser tomado com respeito à vinhaça produzida, não ao seu destino, pois a mesma já é aproveitada para a fertirrigação, mas é importante que ela seja acondicionada em contêineres resistentes, uma vez que seu acúmulo em lagoas artificiais pode estar contaminando os lençóis subterrâneos.

Para o problema concernente ao armazenamento temporário do bagaço, que é feito ao ar livre, a solução é a deposição em galpões fechados, ou, ao menos, protegidos lateralmente da ação dos ventos, que o têm espalhado pela fábrica, contribuindo para danos estéticos e de saúde ocupacional.

Outra medida que não pode ser desprezada é a implantação de um programa de substituição do óleo diesel por biocombustível, que reduziria as emissões de poluentes, de gases tóxicos e causadores do efeito estufa. Ela é extremamente importante, tendo em vista a alta demanda da indústria sucroenergética, de forma geral, para transporte dos seus insumos, matérias-primas e produtos acabados e, no caso da empresa estudada, também dos trabalhadores.

Conforme enumerado por Rosillo-Calle *et al.* (2005), para melhorar o desempenho ambiental exercido pela empresa, uma série de técnicas e tecnologias pode ser empregada:

- O uso da Pesquisa Operacional no manejo agrícola pode reduzir os custos de produção, com a otimização dos transportes, por exemplo;
- A Agricultura de Precisão pode tornar mais racional o uso dos recursos e aumentar o rendimento;
- Sistemas de Informações Gerenciais podem indicar o efeito de variáveis relativas à produtividade;
- Satélites podem ser empregados para identificar variedades nas plantações;
- A softwares como o Arena e o Promodel, pode-se recorrer para simular e otimizar a programação dos turnos, na colheita e no gerenciamento do transporte.

Embora a atividade exercida pela empresa venha se mostrando cada vez mais ecologicamente correta, principalmente pelo seu empenho em implantar um SGA e obter a certificação ambiental, para efetuar uma maior associação com a P+L e, assim, garantir sua sustentabilidade, ainda se fazem necessários, dentre outras medidas:

- Pavimentação das vias de circulação e implantação de galerias de águas pluviais no complexo industrial;
- Monitoramento contínuo das emissões gasosas das chaminés (opacímetros) e da qualidade do ar nas áreas urbanas;
- Restauração das APPs e compensação de reserva legal obrigatória.

Como mencionado na seção de avaliação do interesse da empresa na aplicação de técnicas de P+L, muitas medidas, embora não sejam conhecidas nem difundidas como medidas de P+L, já vêm sendo desenvolvidas pela mesma para aproveitamento dos resíduos gerados pelos seus processos produtivos, as quais são enumeradas na Tabela 5. Como é possível observar, o único dos resíduos que ainda não se aproveita é a ponta de cana, que é queimada quando colhida. Na última

coluna da mesma tabela, são apresentados usos alternativos para esses resíduos, sugeridos por Rosillo-Calle *et al.* (2005).

Tabela 5 – Medidas de P+L para o setor sucroenergético.

Rejeito	Origem	Composição	Medidas em Desenvolvimento	Usos Alternativos
Bagaço	– Moagem da cana e extração do caldo.	– Celulose.	– Geração de vapor e eletricidade; – Compostagem.	– Produção de ração animal; – Produção de aglomerados; – Produção de papel e papelão; – Produção de furfural e etanol; – Substituto da lenha.
Torta de filtro	– Filtração de lodo na clarificação.	– Resíduos solúveis e insolúveis; – Fosfatos.	– Compostagem.	– Condicionamento do solo; – Produção de ração animal.
Água de incrustações	– Remoção química de sais na concentração do caldo.	– Fosfatos, carbonatos, sulfatos, oxalatos e sílica.	– Incorporadas à vinhaça para fertirrigação.	– Tratamento biológico de efluentes.
Água de lavagem	– Lavagem dos recipientes de fermentação.	– Semelhante à vinhaça, mas diluída (cerca de 20%).		– Biodigestão; – Produção de ração animal;
Vinhaça	– Resíduos da destilação do melão fermentado.	– Alta DBO e DQO; – Potássio, água e nutrientes.	– Uso como fertilizante.	– Produção de fungos; – Fabricação de tijolos.
Melaço	– Fabricação do açúcar.	– Alta DBO.	– Misturado ao caldo de cana para produção de álcool.	– Fabricação de levedura.
Ponta de cana	– Corte de cana.	– Celulose.	– Não-aproveitada.	– Alimento animal.

Fonte: Adaptada de CETESB (2002).

4.4 O SGA baseado na ISO 14.001 e a P+L

Não faz parte dos objetivos específicos deste trabalho apresentar a metodologia de implantação de um SGA ou mesmo dos requisitos para certificação pela ISO 14.001. Entretanto, o assunto foi abordado na revisão bibliográfica e integra os resultados da pesquisa, pelo fato de a empresa estar buscando este objetivo atualmente.

Para se certificar, ela deve cumprir, inicialmente, três exigências básicas: (1) implantar um SGA, (2) cumprir a legislação ambiental local e (3) assumir um compromisso de melhoria contínua de seu desempenho ambiental. A usina estudada se fundamenta nesses parâmetros para que atinja sua meta de obtenção do selo ISO 14.001.

Entretanto, a exposição de um SGA pode revelar mais uma preocupação de *marketing* do que, propriamente, uma garantia de cumprimento da legislação e de bom desempenho ambiental. Sua iniciativa em obter certificação é positiva, mas ainda assim pode ser insuficiente para garantir que o setor sucroenergético está realmente engajado no compromisso de responsabilidade social e melhoria contínua da qualidade ambiental.

Ou seja, a empresa parece concentrada na redução dos impactos ambientais (um procedimento reativo), para se adequar à legislação, reduzir custos e melhorar sua imagem. É importante deixar claro que um programa de P+L não visa à certificação e, talvez por isso, requeira menos investimentos que outros instrumentos como a implantação de um SGA conforme a ISO 14.001.

Como enumerado por Kiperstok *et al.* (2002), alguns obstáculos precisam ser ultrapassados para a implantação de um programa de P+L. A usina estudada provavelmente não enfrenta barreiras legais, não limitando seu desempenho em função do atendimento à legislação, nem barreiras econômicas, pois há disponibilidade de capital para investimentos, mas foi detectada falta de informações sobre as vantagens da P+L e a resistência à coleta de dados.

A ISO 14.001 (ABNT, 2004) define erroneamente a P2 como “o uso de processos, práticas, materiais ou produtos que evitem, reduzam ou controlem a

poluição, os quais podem incluir reciclagem, tratamento, mudanças no processo, mecanismos de controle, uso eficiente de recursos e substituição de materiais”. Mas, pelo que foi observado até agora, prevenção e controle da poluição estão situados em lados opostos.

Destarte, a certificação ISO buscada pela empresa não incentiva a inovação pela promoção de uma mudança de prioridade da estratégia de tratamento e controle (fim-de-tubo) para uma estratégia preventiva (atuação na fonte da geração). Apesar de ter demonstrado algumas iniciativas de aplicação de técnicas de P+L, e já vir desfrutando de alguns dos seus benefícios, a atitude da empresa ao implantar a norma de SGA é caracterizada como reativa.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

A partir das visitas técnicas realizadas à empresa representante local do setor sucroenergético no município de Juazeiro/BA e após a observação dos seus processos produtivos, foram constatados efeitos negativos dos mesmos sobre o ar, o solo, as águas, a flora e a fauna, bem como à vida humana, todos previstos pela literatura. A maior parte deles se relaciona à geração de resíduos orgânicos, cujo principal problema não reside na sua disposição final, mas no seu acondicionamento temporário, como é o caso do bagaço e da vinhaça. A emissão de fuligem devido à queima da cana durante a colheita, cujos resultados têm repercutido nas condições de saúde e na estética das residências da população dos municípios circunvizinhos, pode ser considerado o maior impacto ambiental.

Por meio da aplicação do questionário, verificou-se, por parte da empresa, a adoção de estratégias de P+L voltadas ao processo – ao reduzir a utilização dos recursos naturais, especialmente da água, e voltadas ao produto – ao investir em tecnologias que o tornam mais saudável. Não sendo possível eliminar totalmente os resíduos gerados pelos seus processos produtivos, para sua minimização, a empresa tem praticado medidas de todos os níveis de eficiência: de Nível 1, com a substituição do enxofre pelo ozônio e com a introdução do sistema de lavagem a seco e; de Nível 2, aplicada pela co-geração de energia elétrica e vapor. Para sua reutilização, têm sido tomadas medidas de Nível 3, exemplificadas pela compostagem e pela reciclagem externa dos materiais convenientes.

Para proposição de novas técnicas de P+L como mitigadoras dos impactos ambientais decorrentes dos processos produtivos do setor sucroenergético local, fundamentou-se na revisão bibliográfica, recomendando a mecanização da colheita de cana crua, o uso de contêineres para acondicionamento da vinhaça, a construção de galpões para armazenamento do bagaço, dentre outras sugestões. Em relação ao reaproveitamento dos resíduos dos processos como subprodutos, foram enumerados usos alternativos, uma vez que já são tomadas pela empresa providências para cada um deles. Essas iniciativas têm contribuído para a redução dos custos de produção, para a minimização dos impactos ambientais, mas

principalmente para a melhoria da imagem organizacional perante o mercado, o que também é alcançado por meio dos seus programas de responsabilidade social.

Apesar de todas as ações até então executadas pela empresa na busca pela melhoria do seu desempenho ambiental, sua estratégia é caracterizada como reativa e está mais associada ao controle do que à prevenção da poluição. Isso é decorrência de que, atualmente, ela concentra seus esforços na implantação de um SGA, requisito para obtenção da certificação pela norma ISO 14.001. Essa medida garante o cumprimento da legislação, mas não representa o efetivo compromisso com a melhoria contínua, na qual se fundamenta a P+L.

Evidentemente, o tema não foi esgotado com o desenvolvimento deste TFC, havendo, portanto, a necessidade de estudos posteriores, dada a dimensão dos impactos ambientais advindos dos processos produtivos do setor sucroenergético e também a promissora possibilidade de atuação através de ferramentas de GA, como a P+L. Problemas como o gerenciamento dos resíduos sólidos industriais, por exemplo, impõem à realização de pesquisas para conhecimento, dentre outras variáveis, dos fenômenos físico-bioquímicos da interação entre vinhaça, solo e águas subterrâneas, de forma a permitir o estabelecimento da dosagem de aplicação segura desse fertilizante para cada tipo de solo.

Uma perspectiva futura é a realização de um estudo comparativo entre o nível de aplicação das técnicas de P+L ao setor sucroenergético do município de Juazeiro/BA e o de nível de aplicação de outras usinas produtoras nacionais. Os resultados desta análise podem ser confrontados com os obtidos em uma pesquisa sobre questões sócio-ambientais, que destacou a empresa estudada como principal *benchmark* do país, alcançando desempenho máximo entre as 19 usinas avaliadas pela revista *Idea News*, no que se refere a investimentos em MA, indicadores sociais internos, externos e receita líquida (CARLOS BRITTO, 2010).

Outra reflexão a ser feita é quanto ao crescimento na produção do setor sucroenergético, previsto pelo MAPA (DOSSA *et al.*, 2009). Espera-se que o mesmo se dê pelo incremento da produtividade e não da área plantada de cana, estimada em 8.167,5 mil hectares, 10,2% a mais que na safra 2009/10 (CONAB, 2010). E, ainda, que ele não se baseie em trabalho escravo, violações de direitos trabalhistas e invasão de territórios indígenas, como flagrado recentemente (MÍDIA, 2010).

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ISO 14.001 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso**. 2004.

AKATU – Instituto Akatu pelo Consumo Consciente. **Consumo Consciente: O que é**. Disponível em: <http://www.akatu.org.br/consumo_consciente/oque>. Acesso em: 18 abr. 2010.

ALVES, M. R. P. A. (coord.). **A competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar, no Brasil e em Alagoas, e novos empreendimentos viáveis baseados na utilização de matérias primas originadas da cana-de-açúcar e seus derivados**. Projeto UFSCar – CNI-IEL/SEBRAE. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/~diversicana/palestras/CompNacAlagoana.ppt>>. Acesso em: 17 abr. 2010.

AMORIM, M. C. C.; PIMENTEL, M. S.. **Material de apoio à disciplina Gestão e Legislação Ambiental**. Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental – Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro: UNIVASF, 2009.

ANÁLISE – Gestão Ambiental. **Anuário 2009**. São Paulo: Análise, 2009.

ANDRADE, J. M. F.; DINIZ, K. M.. **Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar: Subsídios para a Gestão**. Monografia de Especialização em Gerenciamento Ambiental. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. Piracicaba: ESALQ – USP, 2007.

ANDRIK, M. A. C. M.; CRUL, M. R. M.. *Design for Sustainability (D4S) in Europe and the Delft University of Technology*. In: PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. (org.). **Ferramentas de Gestão Ambiental: Competitividade e Sustentabilidade**. Natal: Editora do CEFET-RN, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº. 001, de 1986.** Brasília: Diário Oficial da União de 17 de fevereiro de 1986.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente, Saúde.** Brasília, 1997.

BRITO, A. L. F.. **Material de apoio à disciplina Gestão Ambiental da Cadeia Produtiva da Cana-de-Açúcar.** Curso de Especialização em Gestão na Agroindústria Sucroalcooleira. Unidade Acadêmica de Engenharia Química – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2010.

CARLOS BRITTO. **Agrovale destaca-se em pesquisa nacional sobre questões socioambientais.** Disponível em: <<http://www.carlosbritto.com/agrovale-e-apontada-como-melhor-benchmark-do-pais>>. Acesso em: 04 dez. 2010.

CAROLO, A.. **Ozônio leva à redução de até 50% nos custos com insumos.** Tecnologia Industrial. Jornal Cana. Junho 2010.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **A Produção Mais Limpa (P+L) no Setor Sucroalcooleiro: Informações Gerais.** São Paulo: CETESB, 2002. Disponível em: <http://www.uel.br/cca/agro/nova/images/stories/downloads/donwgrad/mhelena/adubacao_organica_producao_mais_limpaid-37hfh1_rpeg.pdf>. Acesso em: 14 maio 2010.

CMMAD – Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. **Relatório Nosso Futuro Comum.** 2a ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1991.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **O que é Produção Mais Limpa?** SENAI. Disponível em: <http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/O%20que%20%E9%20Produ%20%E3o%20mais%20Limpa.pdf>. Acesso em: 14 maio 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da Safra Agrícola de Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/boletim_cana_setembro_2010.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2010.

DANTAS NETO, J.; TEODORO, I.; FARIAS, C. H. A.. **Material de apoio à disciplina Sistema Produtivo da Cana-de-Açúcar**. Curso de Especialização em Gestão na Agroindústria Sucroalcooleira. Unidade Acadêmica de Engenharia Química – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2010.

DIAS, V.. **Unidade I: Fabricação de açúcar, preparação e extração**. Curso de produção de açúcar e álcool. Ribeirão Preto: UNAERP, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/p-a-a-extracao-de-caldo-1-ppt-a76711.html>>. Acesso em: 15 nov. 2010.

DIAZ, C. A. P.; PIRES, S. R. I.. **Produção Mais Limpa: Integrando Meio Ambiente e Produtividade**. RACRE – Rev. Adm. CREUPI, Espírito Santo do Pinhal – SP, v. 05, n. 09, jan/dez. 2005.

DOSSA, D.; GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; SILVA, L. F.. **Projeções do Agronegócio – Brasil – 2008/09 a 2018/19**. Brasília: MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Monitoramento por Satélite. **Impacto Ambiental da Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <<http://www.cana.cnpm.embrapa.br/setor.html>>. Acesso em: 24 mar. 2010.

FIEB – Federação de Indústrias do Estado da Bahia. Guia Industrial do Estado da Bahia. Disponível em: <<http://www.fieb.org.br/guia/default.asp>>. Acesso em: 17 nov. 2010.

FURTADO, M. R.. **Brasil assume compromisso com a Produção Mais Limpa.** Disponível em: <http://www.mesaproducaomaislimpa.sp.gov.br/noticias_mesa.htm>. Acesso em: 28 mar. 2010.

GIL, A. C.. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4 ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

GREENPEACE. **Greenpeace Report: O que é Produção Limpa?** 1997. Disponível em <http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao_limpa.doc>. Acesso em: 14 maio 2010.

GUELERE FILHO, A.; PIGOSSO, D. C. A.. *Ecodesign: Métodos e Ferramentas.* In: PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. (org.). **Ferramentas de Gestão Ambiental: Competitividade e Sustentabilidade.** Natal: Editora do CEFET-RN, 2008.

GUIA do Transportador Rodoviário de Cargas. **Escala de Ringelmann.** Disponível em: <<http://www.guiadotrc.com.br/lei/escaladeringelmann.asp>>. Acesso em: 06 nov. 2010.

HENKELS, C.. **A Identificação de Aspectos e Impactos Ambientais: Proposta de um Método de Aplicação.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2002.

JORNAL Cana. **Agrovale economiza R\$ 2,4 mi por safra ao trocar enxofre por ozônio.** Tecnologia Industrial. Ribeirão Preto: ProCana, junho de 2009.

KIPERSTOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E. A.; MEIRA, C. C.; BRADLEY, S. P.; ROSEN, M.. **Prevenção da Poluição.** Programa SENAI Educação a Distância: Tecnologias e Gestão Ambiental. Brasília: SENAI/DN, 2002.

KÜRZINGER, E.. **Capacity building for profitable environmental management.** Journal of Cleaner Production, v. 12, n. 3, p. 237-248, 2004.

LERÍPIO, A. G.. **Um Método de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2001.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 4. ed. – São Paulo: Atlas, 1999.

MATTOSINHO, C. M. S.. **Um Estudo Multicaso sobre a Aplicabilidade da Metodologia de Produção Mais Limpa em Construtoras do Setor de Edificações da Região Metropolitana do Recife/PE**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco. Recife: UFPE, 2005.

MIALHE, L. G.. **Máquinas Agrícolas: Ensaio & Certificação**. Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz. Piracicaba, SP: 1996. Disponível em: <<http://www.ufv.br/poscolheita/colheita>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

MÍDIA INDEPENDENTE. **Cana-de-açúcar: trabalho escravo, danos ambientais e violência contra indígenas**. Disponível em: <<http://www.midiaindependente.org/pt/blue/2010/02/465973.shtml>>. Acesso em: 04 dez. 2010.

MOURA, L. A. A.. **Qualidade e Gestão Ambiental: Sugestões para Implantação das Normas ISO 14.000 nas Empresas**. 2. ed. – São Paulo: Ed. Juarez de Oliveira, 2000.

OMETTO, A.; TACHARD, A. L.. **Gestão Ambiental do Ciclo de Vida do Produto: A Ferramenta “Avaliação do Ciclo de Vida”**. In: PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. (org.). **Ferramentas de Gestão Ambiental: Competitividade e Sustentabilidade**. Natal: Editora do CEFET-RN, 2008.

PACHECO, J. W. F.. **Produção Mais Limpa (P+L) e Reuso de Água na Indústria**. Setor de Tecnologias de Produção Limpa. CETESB: São Paulo, 2010. Disponível

em: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/EA/encontro_agua_1106/paraiba_sul/palestras/Jose_Pacheco.pdf>. Acesso em: 15 maio 2010.

PHILIPPI JUNIOR, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (edit.). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004 – Coleção Ambiental; 1.

PIACENTE, F. J.. **Agroindústria Canavieira e o Sistema de Gestão Ambiental: O Caso das Usinas Localizadas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Econômico. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: UNICAMP, 2005.

PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. (org.). **Ferramentas de Gestão Ambiental: Competitividade e Sustentabilidade**. Natal: Editora do CEFET-RN, 2008.

PMAISL – Rede Brasileira de Produção Mais Limpa. **Relatório de 10 Anos de Parceria do Convênio CEBDS/ SEBRAE**. Rio de Janeiro: PMaisL, 2009.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Relatório sobre Produção Mais Limpa e Consumo Sustentável na América Latina e Caribe**. São Paulo: CETESB, 2005.

PORTAL Estrada do Coco. **Bahia Atrai Novos Pólos Sucoalcooleiros**. Disponível em: <<http://www.estradadococo.com.br/edc/materia.asp?id=3436&subcanal=brasil>>. Acesso em: maio de 2010a.

PORTAL G1. **Queima da cana piora ar de Piracicaba**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPau%E2%80%A6>>. Acesso em: 10 abr. 2010b.

ROBLES JUNIOR, A.; BONELLI, V. V.. **Gestão da Qualidade e do Meio Ambiente: Enfoque Econômico, Financeiro e Patrimonial**. São Paulo: Atlas, 2006.

RODRIGUES, D. A.; ALMEIDA, L. S. T. (coord.). **Competitividade da Indústria Paulista: Propostas de Políticas**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2008.

ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. (org.). **Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

SAMPAIO, A. O.. **Reuso de Água: Experiência da SABESP na Venda de Água de Reuso**. I Oficina de Trabalho de Reuso de Água Não-Potável. Agosto/2005.

Disponível em:

<http://www.integracao.gov.br/download/download.asp?endereco=/saofrancisco/pdf/revitalizacao/reuso/Americo_de_Oliveira.pdf&nome_arquivo=Americo_de_Oliveira.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SOUSA, E. L.. **A importância do etanol e da cogeração na atual matriz energética brasileira e os principais desafios**. Brasília: UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar, 2008. Disponível em:

<<http://www.unica.com.br/download.asp?mmdCode=83724821-E6D8-4BE4-A909-517F5355F744>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

SOUSA, E. L.; MACEDO, I. C. (coord.). **Etanol e Bioeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar, 2009.

SPPT – Sociedade Paulista de Pneumologia e Tisiologia. **Queima da cana-de-açúcar é responsável por doenças respiratórias em crianças e idosos**.

Disponível em: <http://www.sppt.org.br/v2/noticia_c%E2%80%A6>. Acesso em: 10 abr. 2010.

TORQUATO JUNIOR, H.; CALLADO, N. H.; PEDROSA, V. A.; PIMENTEL, I. M. C.; MENEZES, A. C. V.; OMENA, S. P. F. **Caracterização da água de lavagem de cinzas e gases de caldeiras na indústria de cana-de-açúcar.** In: Anais do VII Simpósio Regional de Recursos Hídricos do Nordeste. São Luís, 2004.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Cana-de-açúcar processada pelas Usinas Brasileiras.** Disponível em :
<<http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/PROCESSAMENTO%20DE%20CANAS%20BRASIL.xls>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

VIEIRA, M. C.. **Agrovale prevê aumento de 12% na produção em 2007.**
Disponível em:
<<http://www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?page=&cod=351363>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Questionário adaptado de Andrade e Diniz (2007)

1. Setor Industrial

- i. Qual é a natureza da captação de água?
 - a. Superficial
 - b. Subterrânea
 - c. Mista
- ii. A cana-de-açúcar é submetida à lavagem?
 - a. Sim
 - b. Não
- iii. Há registro sistemático do consumo de água?
 - a. Sim
 - b. Não
- iv. A torta de filtro, cinzas e vinhaça têm destinação adequada?
 - a. Sim
 - b. Não
- v. Os resíduos do setor de lavagem, lubrificação e manutenção, bem como as lâmpadas fluorescentes e embalagens de produtos químicos, são segregados e destinados a sistemas de disposição final?
 - a. Sim
 - b. Não
- vi. O local de armazenamento do bagaço de cana é pavimentado e protegido?
 - a. Sim
 - b. Não
- vii. Há co-geração e comercialização de energia elétrica excedente?
 - a. Sim

- b. Não
- viii. A palha de cana é empregada como combustível na geração de vapor e energia elétrica?
 - a. Sim
 - b. Não
- ix. O empreendimento possui auto de vistoria emitido pelo Corpo de Bombeiros?
 - a. Sim
 - b. Não
- x. O empreendimento implementou Estudo de Análise de Riscos ou Plano de Atendimento à Emergência e Gerenciamento de Riscos?
 - a. Sim
 - b. Não

2. Setor Agrícola

- i. O empreendimento mantém ou compensou área de reserva florestal obrigatória?
 - a. Sim
 - b. Não
- ii. As APPs foram restauradas?
 - a. Sim
 - b. Não
- iii. A colheita da cana é realizada com queima da palha?
 - a. Sim
 - b. Não
- iv. Existe programa de substituição do óleo diesel por biocombustível?
 - a. Sim
 - b. Não

- v. Há monitoramento das águas subterrâneas e da qualidade do solo nas áreas de aplicação de vinhaça?
 - a. Sim
 - b. Não
- vi. São perceptíveis emissões de substâncias odoríferas incômodas?
 - a. Sim
 - b. Não
- vii. A Usina monitora a qualidade do ar nas áreas urbanas próximas?
 - a. Sim
 - b. Não
- viii. As emissões gasosas dos veículos a diesel são monitoradas?
 - a. Sim
 - b. Não
- ix. Houve contaminação ambiental provocada por vazamentos de combustíveis?
 - a. Sim
 - b. Não
- x. As graxas e o óleo lubrificante industriais são biodegradáveis?
 - a. Sim
 - b. Não

3. Sistema de Gestão Ambiental

- i. O empreendimento possui SGA ou em fase de implantação?
 - a. Sim
 - b. Não
- ii. As informações ambientais são disponibilizadas ao público?
 - a. Sim
 - b. Não

- iii. Há ouvidoria ambiental?
 - a. Sim
 - b. Não
- iv. Na safra anterior, houve autuações administrativas dos órgãos ambientais ?
 - a. Sim
 - b. Não
- v. O licenciamento ambiental do empreendimento está atualizado?
 - a. Sim
 - b. Não
- vi. Há metas para redução do consumo de água e emissão de poluentes?
 - a. Sim
 - b. Não
- vii. Nos contratos de arrendamento ou fornecimento de cana, é exigido programa para recomposição/restauração das APPs?
 - a. Sim
 - b. Não
- viii. Há produção certificada de cana orgânica?
 - a. Sim
 - b. Não
- ix. Os resíduos sólidos comuns são destinados a aterros sanitários?
 - a. Sim
 - b. Não
- x. Os resíduos de serviços de saúde são segregados e destinados a uma central de esterilização?
 - a. Sim
 - b. Não

APÊNDICE B – Cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO – UNIVASF
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de Trabalho Final de Curso: **Mitigação dos Impactos Ambientais no Setor Sucroenergético do Submédio São Francisco através de Técnicas de Produção Mais Limpa**

Pesquisadores Responsáveis: Bartira Barreto de Miranda e seu orientador Prof. M. Sc. Péricles Tadeu da Costa Bezerra

Prezado Senhor (a),

O objetivo geral deste estudo consiste em identificar técnicas de Produção Mais Limpa no setor sucroenergético da região do Submédio São Francisco como uma alternativa de mitigar os impactos ambientais da atividade produtiva e, com isso, contribuir para torná-la mais competitiva.

Como procedimentos metodológicos, serão observados os processos produtivos da empresa e, para coleta de dados, será aplicado um questionário composto de 30 questões fechadas (sim ou não), abordando aspectos acerca do setor industrial, do setor agrícola e do sistema de gestão ambiental.

É descartado qualquer tipo de risco envolvendo sua participação neste estudo, em qualquer condição, sendo garantido o sigilo do nome da empresa, que não receberá nenhuma gratificação financeira, tampouco terá qualquer tipo de despesa. Caso a pesquisa seja alterada, o representante será informado.

Esperando contar com seu apoio, desde já agradecemos pela colaboração.

AUTORIZAÇÃO

Após ter sido informado sobre a finalidade da pesquisa "**Mitigação dos Impactos Ambientais no Setor Sucroenergético do Submédio São Francisco através de Técnicas de Produção Mais Limpa**", AUTORIZO a aplicação do questionário e afirmo que estou participando deste estudo de livre e espontânea vontade, não tendo sido forçado ou coagido na minha participação. Recebi uma cópia deste Termo de Consentimento.

(Assinatura do Representante da Empresa)

(Assinatura de um dos Pesquisadores Responsáveis)

Juazeiro, 07 de outubro de 2010.