

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

BRUNA REGINA HUÇALO

**IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA USINA DE AÇÚCAR E
ÁLCOOL - UM ESTUDO DE CASO**

DOURADOS

2013

BRUNA REGINA HUÇALO

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA USINA DE AÇÚCAR E
ÁLCOOL - UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia, da Universidade
Federal da Grande Dourados como requisito
parcial para obtenção do grau de Bacharel.

Curso de Engenharia de Produção.

ORIENTADOR: Walter Roberto Hernandez
Vergara.

DOURADOS

2013

BRUNA REGINA HUÇALO

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA USINA DE AÇÚCAR E
ÁLCOOL - UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia, da Universidade Federal da Grande Dourados como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, pela comissão formada por:

Orientador: Prof. Dr. Walter Roberto Hernandez Vergara
FAEN – UFGD

Prof. Msc. Mariana Lara Menegazzo
FAEN – UFGD

Eng. Vitor Hugo Rocha Raia – Supervisor de Produção
USINA SÃO FERNANDO AÇÚCAR E ÁLCOOL

Dourados, 04 de setembro de 2013.

Dedico este trabalho à minha mãe, que está sempre ao meu lado, por seu amor e dedicação.
Ao meu pai pelo incentivo e apoio e às minhas irmãs por serem minhas melhores amigas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que está à frente de tudo na minha vida.

Agradeço à minha família por estar sempre ao meu lado.

À minha amiga Regiane Thomazini, por me ajudar na realização deste trabalho e por todos os momentos de amizade.

Ao meu namorado Rodimar Mendes, pela compreensão, força e por me motivar todos os dias a realizar os meus planos.

Agradeço a empresa pesquisada, por proporcionar a realização deste trabalho.

Aos amigos que conquistei na faculdade que sempre farão parte da minha vida.

“Se você pensa que pode, você pode. Se pensa que não pode, você tem toda razão.”

Mary Kay Ash

RESUMO

O setor sucroenergético é responsável por gerar, em seu processo produtivo, uma grande quantidade de resíduos. Esta indústria necessita de grandes quantidades de água e energia elétrica para manter a produção do açúcar ou álcool. Porém, desde o início de suas atividades, este setor está se desenvolvendo tecnologicamente e otimizando seus métodos de produção, buscando atender aos requisitos da legislação ambiental. Sabe-se que muitos dos métodos utilizados para a gestão ambiental de uma usina de açúcar e álcool podem ser inseridos no conceito de Produção Mais Limpa (P+L), sem que haja uma consciência disto. Este trabalho identifica técnicas de P+L em uma usina de açúcar e álcool do Mato Grosso do Sul, para tanto, se utilizou o método de estudo de casos para identificar tais medidas de P+L. Os resultados encontrados indicam que embora a empresa não tenha formalizado um planejamento de implantação da P+L, existem ações que contemplam as medidas de P+L. Conclui-se que a empresa busca a eficiência produtiva através de procedimentos de P+L empregados, porém ainda não visualiza a formalização da implantação da P+L como um método para reduzir resíduos, reutilizar rejeitos e, conseqüentemente, promover uma redução nos custos de produção.

Palavras-chave: Resíduos, Produção Mais Limpa, P+L, setor sucroenergético.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Controle de Poluição "fim-de-tubo"	19
Figura 2. Sistema de P+L.....	20
Figura 3. Elementos essenciais da estratégia de P+L	21
Figura 4. Níveis de aplicação da P+L.....	22
Figura 5. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo	27
Figura 6. Interesses que podem influenciar numa decisão da empresa para adotar práticas de P+L ...	28
Figura 7. Mapa de usinas do Mato Grosso do Sul.....	30
Figura 8. Fluxograma de massa genérico de uma usina de açúcar e álcool.	31
Figura 9. Fluxograma de recepção de cana.	40
Figura 10. Fluxograma decantação.....	42
Figura 11. Fluxograma do ciclo de utilização do vapor.....	43
Figura 12. Fluxograma da fermentação.	46
Figura 13. Fluxograma da destilaria 1.	48
Figura 14. Fluxograma da destilaria 2.	50
Figura 15. Fluxograma de utilização da água.	52

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABC: ACTIVITY BASED COST

ACV: ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

ANAP: AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO

CETESB: COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CNTL: CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS

PL: PRODUÇÃO LIMPA

P+L: PRODUÇÃO MAIS LIMPA

PNUDI: PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

SENAI: SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

SGA: SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

TGEM: ADMINISTRAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL TOTAL

UDOP: UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA

UNEP: PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PELO MEIO AMBIENTE

UNIDO: ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PELO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	12
2.1. OBJETIVO GERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. PROBLEMÁTICA	12
4. JUSTIFICATIVA	12
5. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	13
6. REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO	14
6.1. INDUSTRIALIZAÇÃO E O MEIO AMBIENTE	14
6.2. PRODUÇÃO LIMPA	16
6.3. A PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	17
6.3.1. Conceito de Produção mais Limpa.....	18
6.3.2. Enfoque Preventivo	20
6.3.3. Vantagem e Barreiras da Produção mais Limpa	22
6.3.4. Definição dos indicadores do processo produtivo.....	26
6.3.5. Implantação da P+L.....	27
6.3.6. Manutenção do Processo de P+L	28
6.4. O SETOR SUCROENERGÉTICO	29
6.5. A P+L E O SETOR SUCROENERGÉTICO.....	31
7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
7.1.1. Coleta de Dados	36
7.1.2. Métodos e Técnicas	36
8. ESTUDO DE CASO – MÉTODO PRODUÇÃO MAIS LIMPA	36
9. CONCLUSÃO	55
10. OBRAS CITADAS.....	58
11. ANEXOS	61

1. INTRODUÇÃO

A crescente exigência do consumidor em relação a produtos ecologicamente corretos e o desenvolvimento de novas tecnologias têm levado os gestores a buscarem, cada vez mais, a qualidade e a produtividade, de forma a minimizar os impactos gerados em seu processo produtivo (ESTY e WINSTON, 2008, apud SÃO JOSÉ, 2010).

As empresas que buscam se desenvolver aliando seus interesses à sustentabilidade conseguem atender a uma exigência mundial que se refere às questões ambientais. Para Rodrigues (1999, apud ALVEZ, 2010), a pressão exercida pela consciência despertada, reflexo da ampla divulgação do tema por meio das Conferências Mundiais sobre o Meio Ambiente a partir de 1972, forçou a introdução definitiva das questões ambientais, desenvolvimento e cidadania, e fez com que essas questões passassem a ser compreendidas como tema de responsabilidade comum a toda a humanidade, não podendo mais se restringir a uma questão de soberania nacional.

Ao adotarem um sistema de gestão ambiental, aliado a tecnologias limpas, as indústrias tornam-se mais competitivas diminuindo seus custos de produção. Então, para garantir a sobrevivência frente a esse cenário, as empresas devem se adequar a um programa que, como a Produção mais Limpa (P+L), proporcione competitividade diante desta realidade. Algumas referências de programas ambientais que contribuem para melhorar a conduta ambiental das empresas são: ISO 14000, Produção Enxuta, Ecoeficiência, Administração da Qualidade Ambiental Total (TGEM), entre outros.

No processo de produção de açúcar e álcool resíduos são gerados, quando estes não possuem uma destinação adequada, se evidencia uma atividade poluidora o que fere a conduta ambiental, causando malefícios não apenas ao cenário ambiental, mas a própria imagem da organização.

Dentre os resíduos que uma usina de açúcar e álcool produz serão citados aqueles que foram destacados no documento da CETESB – A Produção Mais Limpa (P+L) no Setor Sucroalcooleiro (2002), que norteia a P+L nas usinas de açúcar e álcool, os resíduos são: bagaço, torta da filtração, água de remoção das incrustações, água de lavagem das dornas, vinhoto, melaço e ponta da cana.

A P+L proporciona a geração de ganhos financeiros através da melhor utilização de matérias-primas, água, energia e da não-geração de resíduos. Pode aumentar a competitividade através

da redução de custos de produção e melhorar o bem-estar da comunidade local (RENSI & SCHENINI, 2006).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é identificar ações e procedimentos de P+L aplicados no setor industrial de uma usina de açúcar, álcool e energia da região sul do Mato Grosso do Sul.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apontar na revisão bibliográfica métodos e tecnologias da P+L;
- Realizar um mapeamento em uma indústria sucroenergética da região sobre as ações e procedimentos da P+L.

3. PROBLEMÁTICA

Usinas de açúcar e álcool são grandes consumidoras de energia elétrica e água durante o processo produtivo, além disso, durante a produção geram resíduos como a vinhaça, o bagaço, a torta de filtração e águas residuais. Durante anos não houve nenhuma preocupação com o controle desses resíduos ou o consumo de recursos limitados. Por este motivo, acreditamos que esse é um cenário ideal para a identificação de ações da P+L.

4. JUSTIFICATIVA

Em grandes indústrias, como as usinas de açúcar e álcool, os problemas ambientais causam prejuízos, que além de ser um custo alto aos cofres da empresa, podem trazer danos irreparáveis ao meio ambiente local. Para evitar esse tipo de problema, a empresa deve adotar uma estratégia em que tenha como foco um programa que permita a prevenção de perdas e também possíveis riscos à sustentabilidade. Uma das metodologias que tem esse objetivo é a P+L.

A P+L visa à competitividade pela redução de custos de produção pela prevenção, bem-estar social através da percepção das melhorias ocorridas, como redução de odores, gases, fumaça, resíduos sólidos, eliminação da contaminação de águas, entre outros. Por essas e outras melhorias, atendem a um apelo global pela sustentabilidade ambiental, fazendo com que sua imagem se torne positiva.

A partir da referência bibliográfica, observa-se que a preocupação com as medidas ambientais nas usinas de açúcar e álcool se limitam a atender a legislação, sem se preocupar com a adoção de medidas mais ativas e efetivas. Com isso, esse trabalho se propõe a investigar dentro de uma unidade sucroalcooleira as ações adotadas para uma produção mais limpa.

5. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho visa à identificação de ações e procedimentos da P+L para empresas produtoras de açúcar e álcool, a visualização dos mesmos em uma empresa da região sul do Mato Grosso do Sul e sugestão de métodos e tecnologias limpas para a empresa pesquisada. Não compete ao mesmo a aplicação de tecnologias e métodos ou criação desses.

6. REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

6.1. INDUSTRIALIZAÇÃO E O MEIO AMBIENTE

Durante o século XVIII ocorreu o advento da industrialização na Inglaterra, com isso novos processos produtivos foram descobertos, objetivando melhores qualidades e maiores quantidades de produtos, almejando sempre o lucro. Como haviam grandes extensões territoriais não exploradas nessa época, as conseqüências sobre o meio ambiente não foram claramente percebidas pelos produtores (LEAL, FARIAS, & ARAUJO, 2008).

Como exemplo de um dos vários problemas que o crescimento econômico desordenado causou foi a contaminação do solo e águas, problema muitas vezes irreparável. A exploração dos recursos naturais seguiu de forma descontrolada, não houve nenhuma precaução com o meio ambiente. A industrialização cresceu irracionalmente, isto é comprovado pelos problemas ambientais hoje enfrentados (FERREIRA & GASI, 2006).

Até então, pensava-se que todos os recursos eram ilimitados e que poderiam ser explorados sem a preocupação com o fim desses. Essa visão só mudou em 1972, em Estocolmo, quando a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano defendeu a incorporação do zelo ambiental ao desenvolvimento econômico, e consolidou-se em 1980 com o documento A Estratégia Mundial para a Conservação, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Em 1987 o relatório Nosso Futuro Comum, da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, lançou o conceito de desenvolvimento sustentável (INSTITUTO ETHOS, 2005).

Segundo Ferreira & Gasi (2006), devido a essa preocupação com o meio ambiente foram criadas e implantadas unidades de tratamento de poluentes – emissões atmosféricas, efluentes líquidos e resíduos sólidos, com o objetivo de reduzi-los ao final do processo industrial e consequentemente antes de seu descarte no meio ambiente. Essas unidades foram chamadas de sistemas de fim-de-tubo. Esse sistema provocou uma mudança significativa no cenário ambiental, que até então era devastado pela poluição, que afetava desde o consumo de água potável até a indústria de turismo.

Com o crescimento da população, aumentam as necessidades da humanidade e consequentemente aumenta a produção para atender tais necessidades. Este crescimento provoca um ciclo de uso de recursos naturais e despejo de grandes quantidades de dejetos no ambiente. Isso significa que, para que seja eficiente a preservação do meio ambiente, cada

vez mais se restringirão os padrões de emissão. Novas estratégias de controle ambiental devem ser abordadas, os sistemas fim-de-tubo devem ser cada vez mais eficientes, para isso a tecnologia e consciência ambiental devem caminhar juntas (FERREIRA & GASI, 2006).

Segundo Dias (2009), do ponto de vista empresarial, gestão ambiental é a expressão utilizada para se denominar a gestão empresarial que é orientada para evitar problemas para o meio ambiente. Para que os efeitos ambientais não ultrapassem a capacidade de carga do meio onde se encontra a empresa, deve-se ter uma gestão ambiental efetiva para atingir esse objetivo.

O Sistema de Gestão Ambiental é o conjunto das responsabilidades organizacionais, procedimentos, processos e meios que se adotam para implantação de uma política ambiental em determinada empresa ou unidade produtiva (DIAS, 2009). Um SGA é o método que uma empresa adota para se manter em funcionamento de acordo com as normas estabelecidas, e também para alcançar objetivos traçados pela sua política ambiental.

A gestão ambiental é um instrumento para se obter um desenvolvimento sustentável. As normas elaboradas pelos órgãos públicos sobre o meio ambiente estão vinculadas com o processo de controle ambiental. Estas normas definem os limites aceitáveis de emissão de substâncias poluentes, também em que condições os resíduos serão despojados, limitam a quantidade de água utilizada, volume de esgoto, entre outros (DIAS, 2009).

A resposta das empresas ao grande número de normas legais que foram sendo implantadas ao longo dos últimos anos e às críticas que a sociedade lhes tem feito devido ao impacto negativo de suas atividades tem sido, tradicionalmente, de reagir aos problemas conforme vão surgindo. Deste modo, nos últimos anos, predominam os métodos corretivos para a solução dos problemas ambientais causados pelas empresas, buscando-se eliminar ou reduzir os impactos que foram gerados (DIAS, 2009).

Políticas ambientais ligadas aos métodos corretivos são abordadas pela maioria das empresa, essas são opostas às políticas proativas, que são baseadas no planejamento prévio dos possíveis efeitos ambientais e uma atuação antecipada para evitar tais impactos, reestruturando os produtos e processos produtivos. Ao contrário dos métodos corretivos, essa política adota métodos preventivos, que estuda a eliminação do impacto na origem, buscando suas causas. E isto se reflete ao longo do ciclo de vida do produto, e não somente dentro da empresa (DIAS, 2009).

Não é possível conseguir alcançar o desenvolvimento sustentável sem substituir as medidas corretivas pelas políticas de prevenção, para que atuem na origem dos problemas ambientais. O que vai contra à tradição das empresas de reagir aos problemas conforme vão surgindo, a maior parte dos esforços tecnológicos e financeiros aplicados nos SGA está ligada às técnicas corretivas, como a reciclagem, filtragem de emissões, armazenamento de resíduos, entre outros.

Quando se aplica um sistema para prevenir problemas ambientais, as empresas se favorecem de vantagens ambientais, além de se beneficiar das inúmeras vantagens que são proporcionadas pelas ações públicas, de comunidades, órgãos financiadores, entre outros, que incentivam tais políticas (CNTL, 2012).

Ainda segundo a CNTL (2012), a gestão ambiental é aplicável em qualquer tamanho de empresa e segmento. Isso é possível porque adotando medidas simples como reduzir o consumo de energia, água, entre outros, se inicia uma gestão. Porém, pequenas empresas enfrentam dificuldades na implantação de um Sistema de Gestão Ambiental por não terem pessoal técnico excedente que possa dedicar-se à manutenção de um SGA, e à necessidade de dedicar uma parte dos recursos financeiros à sua implantação.

Com a exigência cada vez maior pela sustentabilidade em toda cadeia produtiva, muitas vezes pequenas empresas são pressionadas pelos seus clientes que exigem um Sistema de Gestão Ambiental, ou até mesmo por serem empresas voltadas para exportação, isso requer em determinados setores a implantação de um sistema de gestão sustentável para garantir a continuidade dos negócios (CNTL, 2012).

6.2. PRODUÇÃO LIMPA

A Produção Limpa (PL) é um conceito que busca compreender o fluxo de materiais na sociedade, investigando a cadeia de produtos, bem como quais são os desperdícios gerados na cadeia produtiva, a natureza das matérias-primas, quais são os produtos feitos dos materiais, como as matérias-primas são processadas, e principalmente, o que acontece com os produtos durante seu uso, e qual o seu destino no término da sua vida útil (THORPE, 1999 apud CARDOSO, 2004).

A PL possui quatro pilares básicos, que são os princípios que norteiam este conceito: Princípio da Precaução, Princípio da Prevenção, Princípio do Controle Democrático e Princípio da Abordagem Integrada e Holística.

O Princípio da Precaução nos diz que cabe ao potencial poluidor provar que determinado processo produtivo ou substância não causará danos ao meio ambiente e aos seres vivos que ali habitam. Além disso, indícios de danos devem ser avaliados e alterados os projetos para evitar qualquer problema (FILHO, 2002).

Filho, 2002 cita Lerípio (2001, p.22) que os objetivos do Princípio da Prevenção são:

- a) Eliminar ou reduzir a geração de emissões potencialmente poluidoras;
- b) Criar medidas para a reorientação do *design* (elaboração do projeto) para produtos;
- c) Reorientar a demanda pelos consumidores;
- d) Estimular mudança de padrões de uso ou consumo de materiais.

O Princípio de Prevenção foi incorporado à legislação americana em 1990, estabelecendo uma política de prevenção ou redução da poluição na fonte, sempre que possível (CARDOSO, 2004).

O Princípio de Controle Democrático prega que a Produção Limpa envolve todos os que são afetados pela atividade industrial, entre eles inclui-se trabalhadores, comunidade localizada em torno da empresa, consumidores. Assim, todos devem ter acesso à informações que dizem respeito à segurança e manuseio de processos e produtos, como: matéria-prima, produtos utilizados, emissões industriais, entre outros (CARDOSO, 2004 apud GREENPEACE, 2002b; THORPE, 1999).

No que diz respeito ao Princípio da Abordagem Integrada e Holística (CARDOSO, 2004 apud THORPE, 1999) o qual diz que para que seja possível alcançar a produção e o consumo sustentável, a sociedade deve adotar uma abordagem integrada para o uso e consumo dos recursos naturais.

A adoção do conceito de Produção Limpa, nos processos de produção, reduz custos e traz benefícios ambientais.

6.3. A PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A P+L é uma metodologia que foi desenvolvida em conjunto pelo Programa das Nações Unidas pelo Meio Ambiente (UNEP) e pela Organização das Nações Unidas pelo Desenvolvimento Industrial (UNIDO) com o objetivo de aumentar a ecoeficiência das organizações, visando exercer o conceito de Desenvolvimento Sustentável. A ecoeficiência de uma empresa se apóia em três premissas: rentabilidade econômica, atuação social justa e

responsabilidade ambiental. O cumprimento dessas premissas garantem que essas organizações perdurem, de acordo com os requisitos da sociedade e do mercado (FILHO, 2002).

Dias (2009), define a P+L como uma estratégia ambiental, de caráter preventivo, aplicada a processos, produtos e serviços empresariais, que tem como objetivo a utilização eficiente dos recursos e a diminuição de seu impacto negativo no meio ambiente.

Também referida por PML, a Produção Mais Limpa adota alguns procedimentos básicos para sua aplicação. Ferreira & Gasi (2006), citam PNUDI (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial) na aplicação da P+L:

- *Processos produtivos*: conservação de matérias-primas e energia, eliminação de matérias tóxicas e redução da quantidade e toxicidade dos resíduos e emissões;
- *Produtos*: redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração das matérias-primas até sua disposição final;
- *Serviços*: incorporação de preocupações ambientais no planejamento e na entrega dos serviços.

Pode-se identificar uma diferença mais clara em relação a PL, a qual não engloba a gestão dos serviços em sua metodologia.

Com a mudança do foco das empresas, que antes controlavam a contaminação, e agora adotam uma estratégia que privilegia a prevenção é o resultado da abordagem da P+L. A P+L visa tornar o processo produtivo cada vez menos agressivo ao meio ambiente, em um conceito de melhoria contínua.

6.3.1. Conceito de Produção mais Limpa

A US/EPA (1998, apud Raupp, 2007), destaca seis componentes do Programa Produção mais Limpa:

- I) Redução de desperdício: o termo desperdício refere-se a todos os tipos de desperdícios (sólidos, líquidos, gasosos, de calor, etc.). A meta da P+L é alcançar o estágio de desperdício zero;
- II) Produção não poluente: o processo produtivo ideal na abordagem de P+L gera um ciclo fechado, sem liberação de contaminantes;

- III) Eficiência energética na produção: P+L pressupõe os mais altos níveis de eficiência e conservação energética. Eficiência energética é determinada pelo melhor uso de energia por unidade de produto produzido, enquanto conservação se refere à redução do consumo energético total;
- IV) Ambiente de trabalho seguro e saudável: P+L se esforça para minimizar os riscos para os colaboradores provendo um ambiente de trabalho mais limpo, saudável e seguro;
- V) Produtos ambientalmente apropriados: os produtos e seus subprodutos devem ser ambientalmente apropriados, considerando os fatores ambientais e de saúde em todo o seu ciclo de vida, do projeto inicial à sua disposição final;
- VI) Embalagens ambientalmente corretas: deve-se minimizar o uso de embalagens sempre que possível e, quando por razões mercadológicas ou de proteção ao produto estas forem necessárias, que sejam as mais ambientalmente apropriadas, o quanto possível.

Visto o que é P+L, se faz necessário explicar o que não é P+L. Então, tratamento dos resíduos e reciclagem não dizem respeito à P+L, pois essas são abordagens não-preventivas conhecidas como fim-de-tubo (LEMOS, 1998).

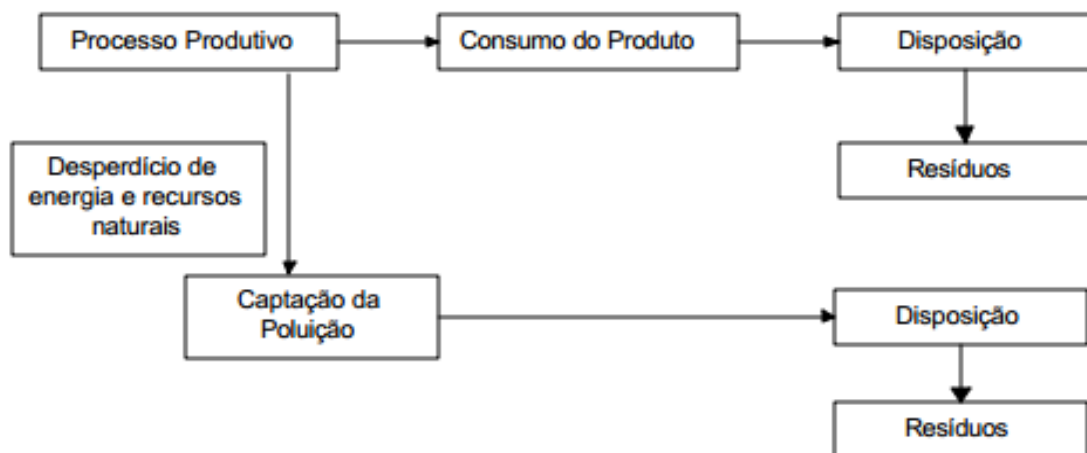


Figura 1. Controle de Poluição "fim-de-tubo"

Fonte: LEMOS, 1998.

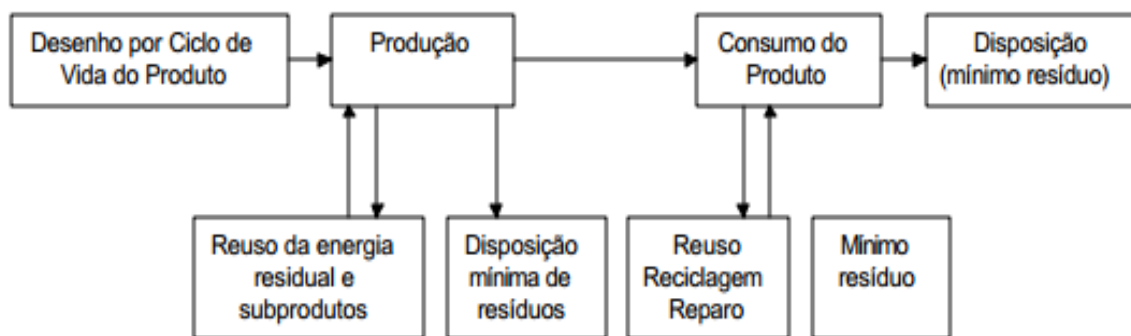


Figura 2. Sistema de P+L

Fonte: LEMOS, 1998.

6.3.2. Enfoque Preventivo

Para explicar o enfoque preventivo, diversos conceitos foram desenvolvidos, cada um refletindo a compreensão e os interesses das instituições e grupos que os propuseram, entre eles estão a minimização de resíduos, produção limpa, produção mais limpa (P+L), prevenção à poluição (P2), química verde, ecologia industrial, ecoeficiência, entre outras.

Segundo (FERREIRA & GASI, 2006), no enfoque preventivo, considera-se que a geração de poluentes não é consequência inevitável da produção de bens e serviços, mas podem ser:

- Matérias-primas não convertidas em produtos, por falta de eficiência na produção ou na conversão das matérias-primas, ou produtos mal projetados;
- Perdas de matérias-primas e/ou produtos, por especificações de produtos malfeitas; gerenciamento de estoques inadequados;
- Derramamentos e desperdícios ao longo do processo produtivo, por falta de gerenciamento adequado, falta de treinamento de pessoal, manutenção preventiva insuficiente ou inadequada, leiaute inadequado;
- Acidentes e incidentes, por falta de planos de prevenção e atendimento a acidentes adequados; e
- Perdas de energia, por falta de eficiência no planejamento, projeto ou uso de energia.

Pode-se identificar a postura preventiva na Figura 3 em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição e dos tratamentos de fim-de-tubo.

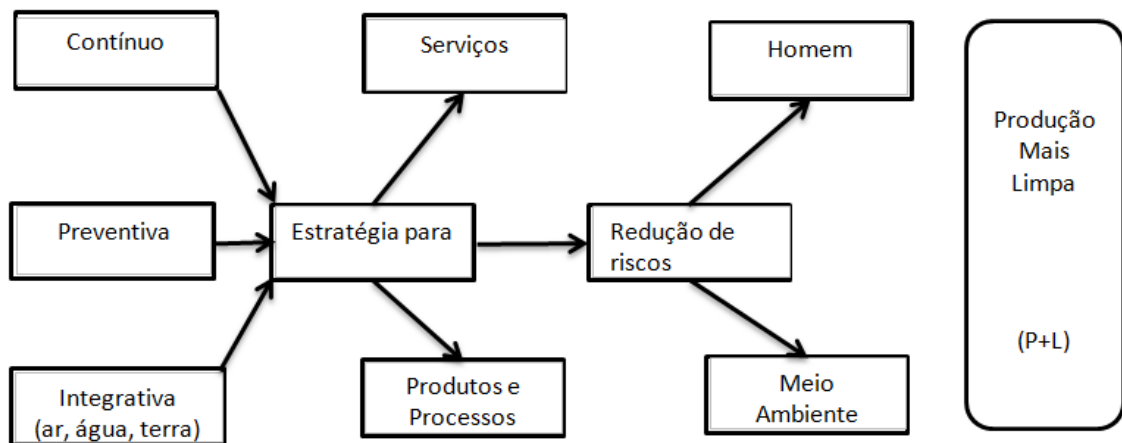


Figura 3. Elementos essenciais da estratégia de P+L

Fonte: Bacarji et al. adaptado de UNIDO/ UNEP (1995)

Segundo CNTL (2012), as tecnologias ambientais convencionais trabalham com os sistemas fim-de-tubo, onde há o tratamento de resíduos e emissões geradas em um processo produtivo, diferentemente da P+L que visa um controle na produção a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termo de quantidade e periculosidade.

A figura 4 evidencia as prioridades da P+L, a prioridade está no topo do fluxograma: evitar a geração de resíduos e emissões (nível 1). Os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa (nível 2). Na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas (nível 3) (CNTL, 2012).

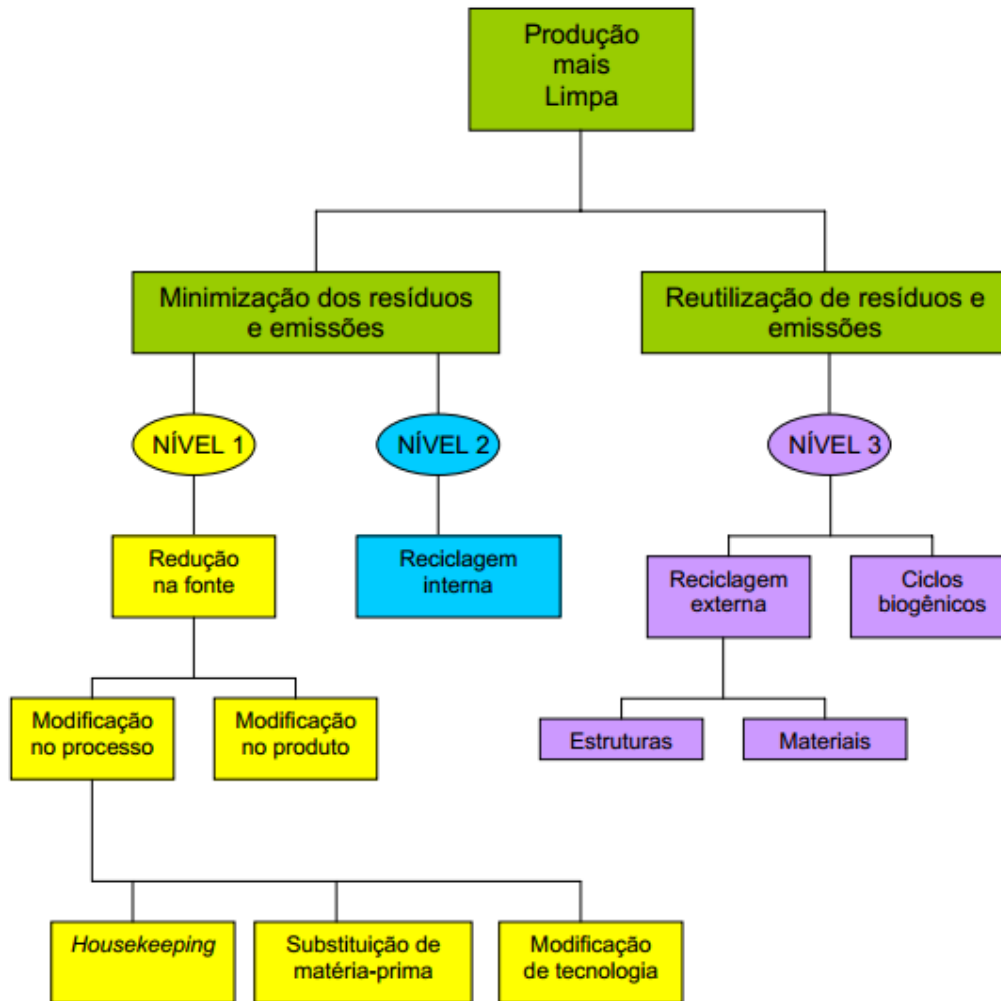


Figura 4. Níveis de aplicação da P+L

Fonte: CNTL, 2012

Para se aplicar a P+L, técnicas e alternativas viáveis de minimização do impacto ambiental são constantemente desenvolvidas por meio de instituições, centros acadêmicos, entidades, grupos ecológicos, entre outros. Essas são denominadas por Tecnologias Limpas, e são assim definidas ao atenderem as seguintes características: utilizam compostos não agressivos e de baixo custo, exigem menor consumo de reagentes, produzem pouco ou nenhum resíduo e permitem controle mais simples e eficiente de sua eliminação (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2000).

6.3.3. Vantagem e Barreiras da Produção mais Limpa

De acordo com o CNTL (2012), a mudança nos paradigmas ambientais induz as empresas a voltarem-se para a origem da geração de seus resíduos sólidos, emissões atmosféricas e seus efluentes líquidos, buscando soluções nos próprios processos produtivos, minimizando assim,

o emprego de tratamentos convencionais de fim-de-tubo, muitas vezes onerosos e de resultados não definitivos para os resíduos.

Minimizando os resíduos e emissões também aumentam o grau de emprego de insumos e energia que são usados na produção. Isso significa que, produzir produtos em vez de resíduos torna os processos mais eficientes. Para a empresa, minimizar resíduos não é só uma meta ambiental, mas principalmente um programa orientado para aumentar o grau de utilização dos materiais, com vantagens técnicas e econômicas (CNTL, 2012).

Dias (2009), cita alguns fatores que incentivam a adoção de tecnologias limpas:

- O temor da responsabilidade civil e penal diante do dano ambiental, que resulta das emissões poluidoras derivadas dos processos de produção ou dos riscos inerentes aos produtos de consumo que contêm materiais perigosos;
- As vantagens que podem ser obtidas no mercado, proporcionadas tanto pela imagem de empresas limpas, como por produtos mais amigáveis para o meio ambiente;
- Os investimentos e os benefícios econômicos que podem derivar da adoção dos processos mais limpos de produção, eficientes em consumo de energia, água e materiais;
- O poder que têm os governos como clientes e grandes consumidores, ao imporem aos seus fornecedores, com suas políticas de compra, que lhes forneçam produtos que respeitem o meio ambiente ou serviços de recolhimento dos produtos usados para seu envio à reciclagem, tratamento e disposição final.

Esses fatores podem ser relacionados com os quatro grupos principais de vantagens ou benefícios gerados pela implantação de P+L nas empresas, mencionados pela US/EPA (1998, apud Raupp, 2007):

- I) Redução de custos operacionais – com a análise sistemática dos processos produtivos visando uma ação preventiva a geração de resíduos e desperdício de qualquer natureza, se está otimizando a utilização de recursos sejam eles materiais, humanos ou energéticos e, portanto, reduzindo custos operacionais;
- II) Redução de danos ecológicos gerados – minimizando a geração de resíduos efluentes e emissões, bem como utilizando menos energia e água, se está interferindo menos no equilíbrio do ambiente natural, diminuindo gradativamente a degradação do mesmo;

- III) Melhoria da imagem da empresa – com a preocupação de atingir com pró-atividade, a empresa passa a ser percebida pelo mercado como uma empresa comprometida com o desenvolvimento sustentável e o bem estar da sociedade como um todo. Socialmente os programas P+L têm obtido um sucesso maior do que os métodos de controle de poluição, incrementando os padrões de saúde e vida das comunidades;
- IV) Redução da responsabilidade civil e criminal – com a prevenção da geração de impactos ao meio ambiente e o melhor uso dos recursos naturais e produtivos, a empresa também diminui o seu passivo ambiental, ou seja, leva à diminuição ou eliminação dos aspectos que fugiriam dos parâmetros e padrões legais, portanto sujeitos a sanções regulamentares. Ela também pressupõe a transparência e abertura das informações pelas empresas e organizações do setor público, num estímulo à prática do benchmarking e a publicação de relatórios com o objetivo de contribuir para a elevação dos padrões ambientais.

Apesar das inúmeras vantagens obtidas na aplicação da P+L, algumas empresas médias e pequenas são resistentes devido a alguns fatores, que são apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Barreiras para a implantação da P+L

Classificação	Descrição das Barreiras
Econômica	Indisponibilidade de fundos e custos elevados desses;
	Falta de política com relação aos preços dos recursos naturais;
	Não-incorporação dos custos ambientais nas análises de investimento;
	Planejamento inadequado dos investimentos;
	Critério de investimento "Ad hoc", pela restrição de capital;
	Falta de incentivos fiscais relativos ao desempenho ambiental.
Sistêmica	Carência ou falha da documentação ambiental;
	Sistema de gerenciamento inadequado ou ineficiente;
	Falta de treinamento dos funcionários.
Organizacional	Falta de envolvimento dos funcionários;
	Excessiva ênfase na quantidade de produção em detrimento da minimização dos problemas ambientais;
	Concentração das tomadas de decisão nas mãos da alta direção;
	Alta rotatividade dos técnicos;
	Ausência de motivação dos funcionários.
Técnica	Falta de recursos necessários à coleta de dados;
	Recursos humanos limitados ou indisponíveis;
	Limitação ao acesso de informações técnicas;
	Limitação de tecnologias;
	Déficit tecnológico;
	Limitação das próprias condições de manutenção.
Comportamental	Falta de cultura em "melhores práticas operacionais";
	Resistência a mudanças;
	Falta de liderança;
	Supervisão deficiente;
	Trabalhos realizados com o propósito de manutenção de emprego;
	Medo de errar.
Governamental	Política inadequada de estabelecimento de preço da água;
	Concentração de esforços no controle "Fim-de-tubo";
	Mudanças repentinas nas políticas industriais;
	Falta de estímulo para atuar na minimização da poluição.
Outras barreiras	Falta de apoio institucional;
	Falta de pressão da sociedade para a prevenção da poluição;
	Limitação de espaço nas empresas para a implementação de medidas de minimização de resíduos;
	Presença de variações sazonais

Fonte: UNEP (2002, apud Medeiros et al, 2007)

6.3.4. Definição dos indicadores do processo produtivo

Como ferramenta de medida, utiliza-se os indicadores ambientais, que permitem expressar os resultados relativos ao desempenho ambiental e, assim, acompanhar a evolução da empresa na implementação de ações que levem efetivamente a melhorias no caminho da sustentabilidade. Além disso, esses indicadores são fundamentais para a divulgação de informações em relatórios de sustentabilidade, que devem conter indicadores que demonstrem o desempenho relativo às questões econômicas e sociais, permitindo a comunicação dos diversos aspectos das atividades das organizações (CARDOSO, 2004).

Segundo o SENAI – RS (2003), para estabelecer os indicadores deve-se iniciar o levantamento dos dados quantitativos mais detalhados nas etapas do processo:

- Análise quantitativa de entradas e saídas;
- Quantificação de entradas (água, energia, matéria-prima, e outros insumos);
- Quantificação de saídas (emissões, efluentes, resíduos, produtos e subprodutos);
- Situação ambiental da empresa, em dados;
- Dados sobre o armazenamento, estocagem e acondicionamento de entradas e saídas.

A figura 5 é uma representação geral de entradas e saídas de um processo produtivo. Sendo uma análise quantitativa, pode-se identificar as unidades utilizadas como: metro cúbico, quilos e kilowatts.

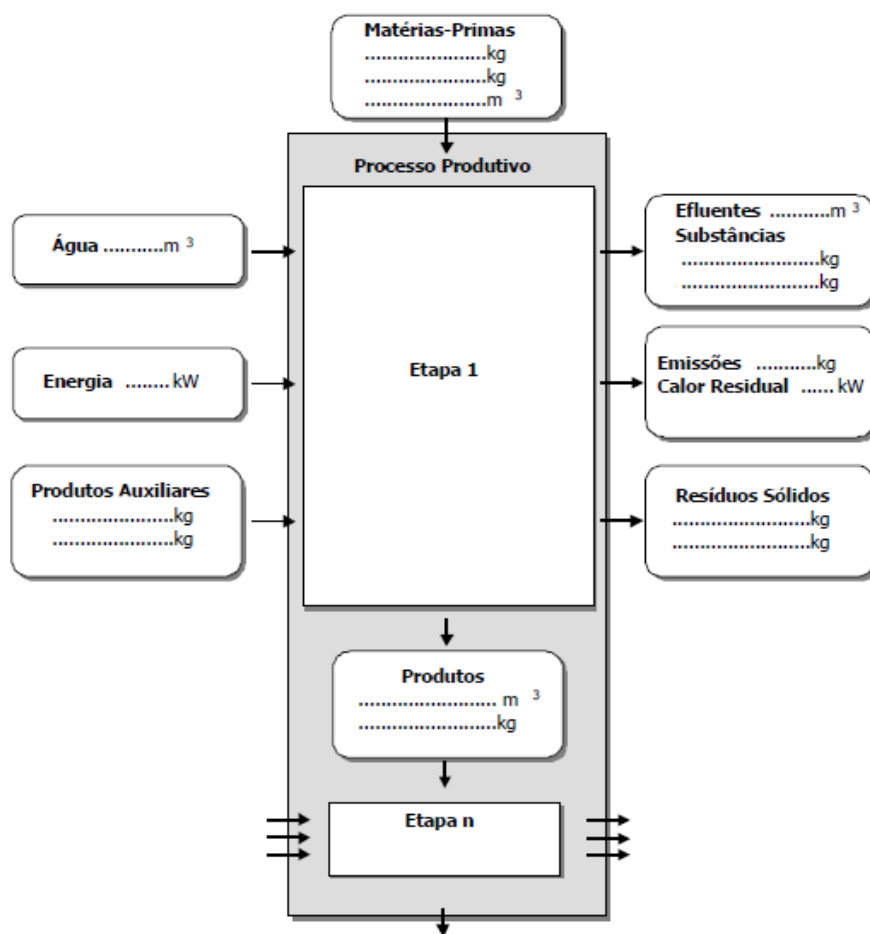


Figura 5. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo

Fonte: (SENAI - RS, 2003)

6.3.5. Implantação da P+L

A implantação de Tecnologias Limpas nos processos produtivos pode ser desenvolvida pela prática do uso da P+L. Para introduzir técnicas de P+L em um processo produtivo, podem ser utilizadas várias estratégias, tendo em vista metas ambientais, econômicas e tecnológicas. Cada empresa define a priorização destas metas, através de seus profissionais e baseada em sua política ambiental. Com isso, podem-se ter os fatores econômicos como ponto de sensibilização para a avaliação e definição de adaptação de um processo produtivo e a minimização de impactos ambientais passando a ser uma consequência, ou inversamente, os fatores ambientais serão prioritários e os aspectos econômicos se tornarão consequência (CNTL, 2012).

A implantação de ações da P+L pelas empresas implica no estabelecimento de um programa, este deve incluir o comprometimento das altas patentes da empresa com os princípios da P+L, desde a implantação até a avaliação de seu desempenho. O programa deve possuir

aprimoramento contínuo, estabelecendo novas metas e reiniciando seu ciclo de implementação (RIBEIRO,2002) .

Para a implantação do Programa de P+L devem ser abordados os passos necessários para uma avaliação da empresa, a fim de realizar uma análise de fluxo de materiais e energia que entram e saem do processo para identificar oportunidades de resolver, na fonte, através de métodos de P+L (CNTL, 2003).

Existem barreiras internas às empresas para a implantação da P+L, para gerar interesse em se implantar essa metodologia, devem ser apresentados alguns interesses para driblar tais barreiras internas, como mostrado na figura 6.

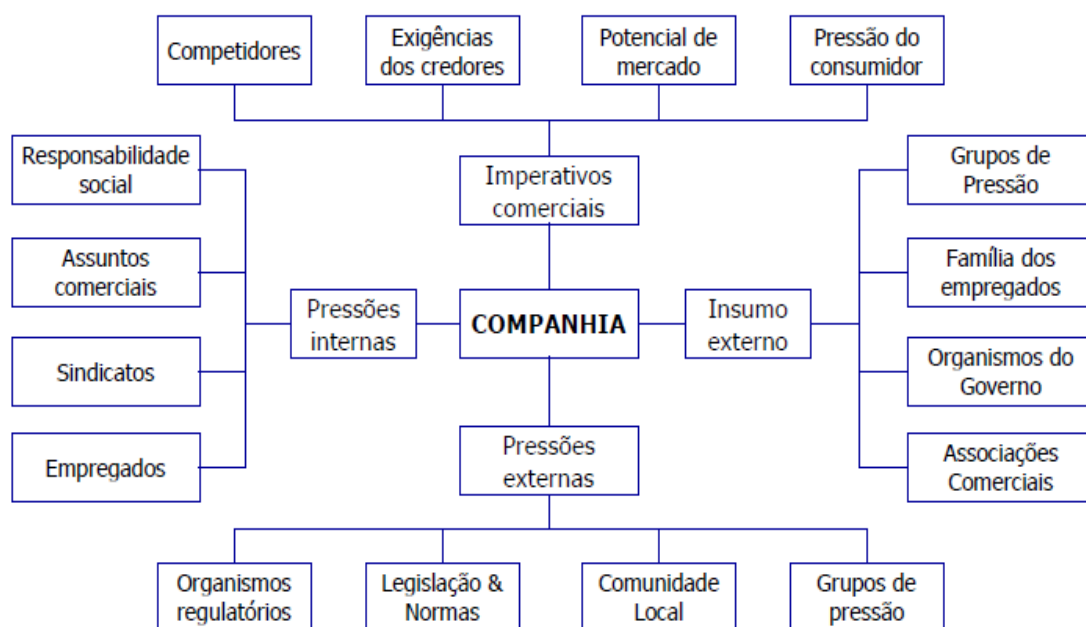


Figura 6. Interesses que podem influenciar numa decisão da empresa para adotar práticas de P+L

Fonte: CNTL (2003).

6.3.6. Manutenção do Processo de P+L

Ferreira & Gasi (2006), apontam que para que o processo de P+L seja integrado à gestão da empresa é recomendável que algumas ações de ordem tática sejam adotadas:

- Definir os indicadores de desempenho ambiental, monitorá-los e divulgá-los sistematicamente, para mostrar os ganhos obtidos com o processo. Os indicadores deverão ser simples e o mecanismo de coleta e processamento de dados preferencialmente deve ser automático;

- Definir periodicamente metas de melhoria a serem atingidas, fazendo uso dos indicadores. Essas metas deverão ser factíveis, porém desafiadoras e deverão constar do planejamento orçamentário da empresa;
- Estabelecer procedimentos internos para que as atividades de avaliação de novos produtos, serviços e processos consideram os critérios de P+L;
- Disseminar o conceito de P+L e prover treinamentos necessários;
- Engajar os fornecedores e prestadores de serviço, estendendo as ações de P+L a toda cadeia de agregação de valor;
- Estabelecer mecanismos de monitoramento pra identificar condições de mercado e possíveis tendências, como, por exemplo, pesquisas com consumidores e clientes; acompanhamento de legislação e políticas públicas; acompanhamento da evolução de custos de matérias-primas; custos de disposição de resíduos; aparecimento de novas tecnologias; exemplos de aplicação de P+L em concorrentes e empresas similares; e
- Promover alterações no sistema contábil e no sistema de informação, visando, por exemplo, à introdução de custeio baseado em atividades (Activity Based Cost – ABC), contabilidade ambiental, análise do ciclo de vida (ACV), etc.

6.4. O SETOR SUCROENERGÉTICO

Fazem parte do setor sucroenergético as empresas que produzem açúcar ou álcool, ou atuam em algum elo da cadeia produtiva desses elementos. Muitas usinas trabalham com os dois produtos, açúcar e álcool, variando a sua proporção de acordo com as variações e tendências do mercado. O setor esta organizado em três estágios: cultivo da cana-de-açúcar; produção do açúcar e álcool; comercialização do produto final. A maioria das empresas atua nos três estágios, porém existe uma crescente terceirização do cultivo da cana-de-açúcar através de contratos de longos prazos (LINS & SAAVEDRA, 2007).

Desde 1925 o etanol é utilizado no Brasil como substituto de gasolina. Em 1975 seu consumo foi intensificado devido às metas de se incorporar álcool a gasolina, com o objetivo de reduzir a dependência energética do país. O Brasil já conseguiu substituir 43% de sua frota à gasolina. A elevação de sua eficiência industrial, a otimização energética e a sustentabilidade ambiental estão entre as principais diretrizes que definem os novos investimentos em

tecnologias e em novos processos a serem utilizados nas unidades a serem implementadas (FERNANDES, 2009).

Em 1980 o PROÁLCOOL alavancou a produção de cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul. Atualmente, o estado é caracterizado por uma economia baseada principalmente na cultura da soja e do gado, dentre outros produtos agropecuários, mas este cenário está sendo tomado pelo agronegócio da cana, que se encontra em alta na região (PAIVA, 2010).

Segundo a UDOP (2013), o estado do Mato Grosso do Sul possui 25 usinas em atividade, sendo a maioria delas localizadas no centro-sul do estado, como podemos verificar na figura 7.



Figura 7. Mapa de usinas do Mato Grosso do Sul

Fonte: Udop (2013).

Para esclarecer o processo produtivo do álcool e açúcar, serão apresentados os fluxogramas do processo produtivo de uma usina em geral, e também serão apresentados os fluxogramas detalhados de cada setor dentro da empresa pesquisada.

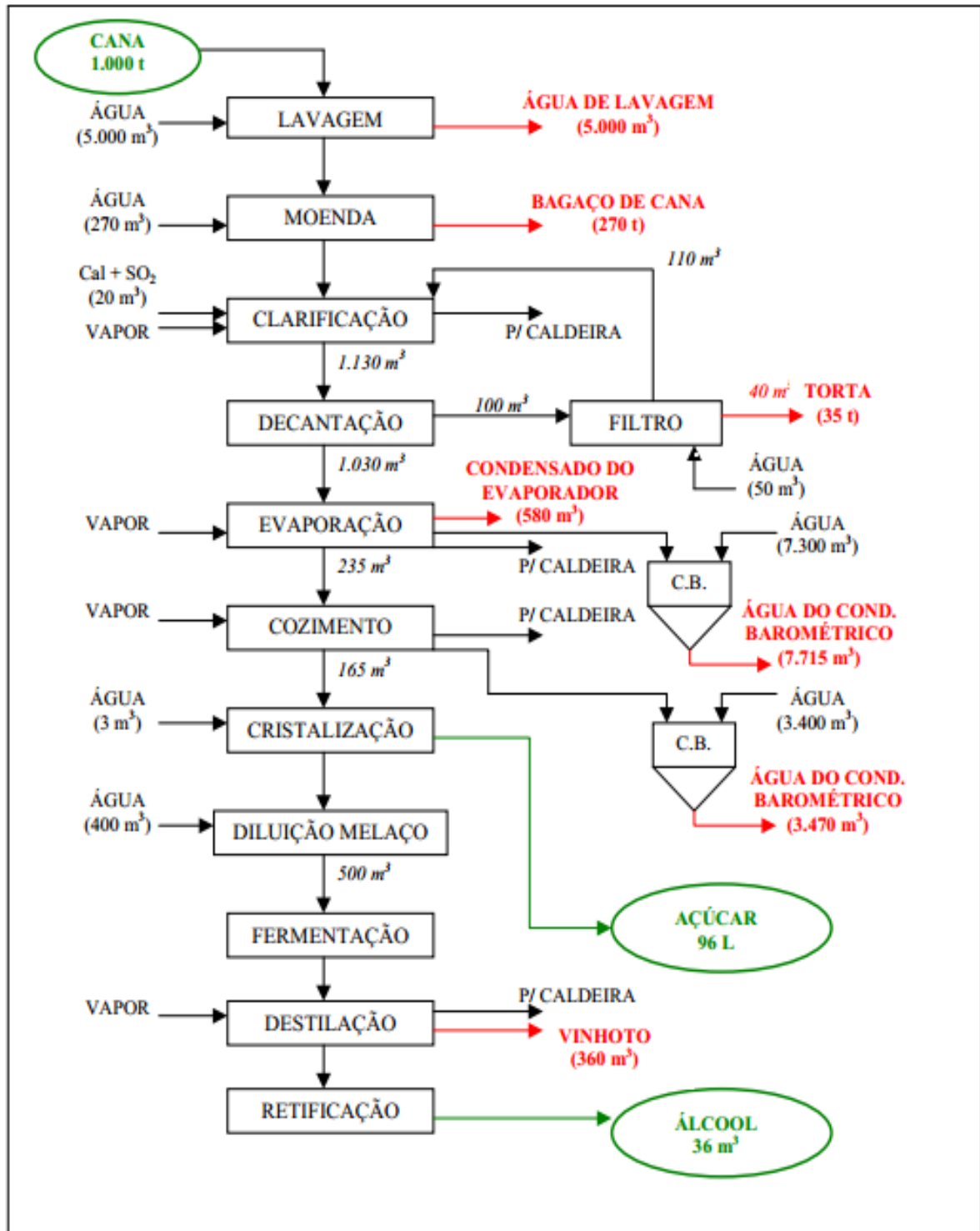


Figura 8. Fluxograma de massa genérico de uma usina de açúcar e álcool.

Fonte: (Ribeiro, 2002)

6.5. A P+L E O SETOR SUCROENERGÉTICO

Assim como os outros setores industriais, o setor sucroenergético já aprimorou e otimizou muito seu processo produtivo desde o início de suas atividades, no sentido de desenvolver e

implantar medidas que minimizam os impactos ambientais que decorrem de sua atividade produtiva.

Segundo Ribeiro (2002), muitas dessas medidas estão inseridas no conceito de P+L, porém não são conhecidas e difundidas no setor como tal. A partir de agora, vamos identificar quais são os impactos ambientais gerados pela produção do álcool e açúcar e as medidas mitigatórias desses impactos.

6.5.1. Impactos Ambientais do Setor Sucroenergético

Segundo a Resolução do CONAMA 01/86 considera-se impacto ambiental

“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, afetem 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”.

Na área sucroenergética, vários são os impactos ambientais a serem discutidos, dentre esses impactos podemos citar o assoreamento dos rios causados pela erosão e ocupação de áreas não adequadas ao plantio; ao intensificar o uso de maquinários ocorre a compactação do solo nas lavouras; destruição de reservas e matas ciliares para o plantio; aumento da emissão de gás carbônico; eliminação de micronutrientes e da mesofauna a partir das queimadas; contaminação de cursos d'água na lixiviação de pesticidas e fertilizantes; aumento da produção de subprodutos como o bagaço, a torta do filtro e a vinhaça (CASTRO, 2009).

SZMRECSÁNYI (1994) cita em seu trabalho que a ampliação progressiva das superfícies contínuas cultivadas com cana-de-açúcar, aliada ao grande aumento da produção de álcool, acentuou consideravelmente a escala e a intensidade de pelo menos dois problemas ambientais, quais sejam: 1) a periódica destruição e degradação de ecossistemas inteiros e a intensa poluição atmosférica, provocadas anualmente pelas queimadas dos canaviais às vésperas de cada colheita e 2) a poluição hídrica, dos cursos d'água e dos lençóis freáticos, bem como uma progressiva salinização dos solos, determinada pela excessiva e indiscriminada utilização da vinhaça *in natura* como fertilizante.

Os resíduos sólidos e líquidos gerados durante o processo produtivo são proporcionais à quantidade de matéria-prima (cana-de-açúcar) processada. Os resíduos podem trazer problemas ambientais como também benefícios. A contaminação também pode ocorrer

devido a acidentes envolvendo álcool, óleo, graxa, entre outros produtos envolvidos no processo (CASTRO, 2009 cita ANDRADE e DINIZ, 2007).

A vinhaça, como poluidor de corpos de água, possui ação redutora extremamente alta. É de alta nocividade aos animais aquáticos, microfauna e plantas aquáticas submersas e flutuantes. Apresenta ainda problemas de insalubridade, como o mau cheiro, confere à água gosto, turbidez e cor, agravando o problema da malária pelo aumento na quantidade de pernilongos (LUDOVICE, 1997 cita ALMEIDA, 1955).

Outro resíduo, identificado na Figura 10, é a torta do filtro. Ele é composto do bagaço moído e lodo da decantação sendo proveniente do processo de clarificação. Para cada tonelada de cana moída são produzidos de 30 a 40 quilos de torta. A torta é um composto orgânico rico em cálcio, nitrogênio e potássio (VELOSO, 2009).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2013) pode ser considerado biomassa todo recurso renovável que provêm de matéria orgânica - de origem vegetal ou animal - tendo por objetivo principal a produção de energia. Nas usinas de açúcar e álcool a biomassa é o resíduo gerado após a moagem da cana na moenda, como explicado na Figura 9.

Em comparação a outros resíduos da usina, o bagaço é considerado um subproduto nobre desde que utilizado como geração de calor através de sua queima. A partir do desenvolvimento da turbina a vapor seu uso intensificou-se e o conceito de cogeração se desenvolveu paralelamente às inovações tecnológicas (VELOSO, 2009).

A partir das diretrizes fornecidas pelo documento “A PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) NO SETOR SUCROALCOOLEIRO” CETESB – INFORMAÇÕES GERAIS por RIBEIRO (2002), realizou-se o estudo comparativo com o objetivo de identificar as medidas de P+L aplicadas a uma usina da região sul do Mato Grosso do Sul, que possui uma alta tecnologia aplicada no seu processo produtivo.

Para determinar os indicadores a serem verificados, analisou-se o seguinte quadro e quais os dados seriam pertinentes à empresa pesquisada.

Quadro 2. Exemplos de medidas de P+L

REJEITO	ORIGEM	COMPOSIÇÃO	REUSO/RECICLO
Bagaço	Moagem da cana e extração do caldo	Celulose, com teor de umidade de 40 - 60%	Cogeração de energia elétrica;
			Obtenção de composto - uso como adubo;
			Produção de ração animal;
			Produção de aglomerados;
			Produção de Celulose.
Torta de Filtração	Filtração do lodo gerado na clarificação	Resíduos solúveis e insolúveis da calagem; Rico em fosfatos	Uso como condicionador do solo;
			Produção de ração animal.
Água de remoção de incrustações	Remoção química de sais na concentração do caldo	Variam muito, mas há o predomínio de fosfatos, sílica, sulfatos, carbonatos e oxalatos;	Incorporação ao vinhoto para uso como fertilizante;
			Uso como complemento da atividade em tratamento biológico de efluentes.
Água da lavagem das dornas	Lavagem dos recipientes de fermentação, para obtenção do álcool	Semelhante ao vinhoto, mas bem mais diluído (cerca de 20% de vinhoto)	Uso como fertilizante
Vinhoto	Resíduos da destilação do melaço fermentado (para obtenção do álcool)	Alta DBO e DQO	
Água dos condensadores barométricos e água condensada nos evaporadores	Concentração do Caldo	Água contendo açúcares, arrastados em gotículas;	Reciclagem da água no próprio processo;
			Reciclagem no processo, mas em outra etapa, como embebição da cana;
			Lavagem do mel após a cristalização do açúcar;
			Geração de vapor;
			Lavagem de filtros;
			Preparo de solução para caleagem (na clarificação).

Fonte: Adaptado Ribeiro (2002).

7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

7.1. Fundamentação Metodológica

Nos capítulos anteriores foi apresentada a Produção Mais Limpa, seu conceito, métodos de aplicação e indicadores. De acordo com o objetivo deste trabalho e o tema apresentado, definiremos o referencial metodológico.

Gil (2002) define estudo de caso como:

“... uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados.”

Nas ciências, por um longo tempo, o estudo de caso foi visto como um procedimento pouco rigoroso, que serviria apenas para estudos de natureza exploratória. Atualmente, porém, é encarado como o delineamento mais apropriado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real, em que seus limites não são claramente percebidos (GIL, 2002).

Com base no trabalho de alguns autores, como Robert K. Yin (2001) foi possível definir um conjunto de etapas a serem seguidas na pesquisa definida como estudos de caso:

- Formulação do problema;
- Definição da unidade-caso;
- Determinação do número de casos;
- Elaboração do protocolo;
- Coleta de dados;
- Avaliação e análise dos dados; e
- Preparação do relatório.

Pode-se explicar e descrever um sistema de produção através de um estudo de caso, sendo imprescindível para entender o “por que” e “como” certas atividades funcionam nesse sistema. Neste trabalho será realizado um estudo de caso, com o uso de indicadores de P+L, para determinar se e como a empresa utiliza as variáveis de P+L dentro do sistema produtivo.

7.1.1. Coleta de Dados

A coleta de dados sobre o processo industrial da Usina pesquisada iniciou com observações no local. Para um melhor entendimento de todo o processo, foi elaborado um questionário para ser respondido pela área responsável pela gestão ambiental ou controle de poluição e resíduos da empresa. Esse questionário serviu para informar, inicialmente, quais métodos de gestão de poluentes e resíduos são utilizados na empresa. Além disso, o nível de conhecimento dos responsáveis sobre o tema Produção Mais Limpa.

Foram realizadas auditorias para verificar se o preenchimento das planilhas está de acordo com o estabelecido, além de um acompanhamento através de visitas programadas no processo.

7.1.2. Métodos e Técnicas

O método para pesquisa iniciará pela determinação de indicadores de P+L pertinentes ao processo de produção de uma Usina de açúcar e álcool.

Os indicadores devem levar em consideração a percepção dos responsáveis pela gestão ambiental, quanto ao ambiente físico (notar vazamentos, vapores e fumaças, águas correntes, entre outros), e sobre os funcionários quanto a treinamentos, entendimento de P+L, segurança e contínua manutenção da gestão de P+L.

Os passos aplicados na pesquisa são definidos abaixo:

1. Observação do processo produtivo da empresa;
2. Determinação de indicadores de P+L;
3. Aplicação de questionário aos responsáveis da área de gestão ambiental;
4. Tratamento de dados;
5. Quantificação da relevância dos dados para a P+L;
6. Conclusão.

8. ESTUDO DE CASO – MÉTODO PRODUÇÃO MAIS LIMPA

O trabalho foi embasado em uma pesquisa de campo com coleta de dados em uma Usina de açúcar, álcool e energia. Empresa localizada no sul do estado do Mato Grosso do Sul, esta possui uma capacidade instalada para moagem de 4,5 milhões de tonelada de cana-de-açúcar,

produção de 330 mil toneladas de açúcar, 150 mil m³ de etanol anidro, dois geradores com potência de 122,2 MW e área de plantio 60.000 ha.

O estudo de caso foi embasado no documento “A PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) NO SETOR SUCROALCOOLEIRO” CETESB – INFORMAÇÕES GERAIS por RIBEIRO (2002), que tem como objetivo apresentar informações gerais sobre a P+L e sua aplicação no setor sucroalcooleiro.

O primeiro passo da pesquisa foi a observação do processo produtivo e a política de gestão ambiental da empresa e aplicação de questionário (ANEXO A).

Os principais resultados do questionário pertinentes à pesquisa são relacionados abaixo:

- Bagaço: produzido no processo de moagem. Todo bagaço produzido é utilizado como combustível para alimentar a caldeira e gerar energia elétrica.
- Torta da Filtração: resultado da filtração do lodo e fuligem. A torta é destinada à área agrícola, e será utilizada como adubo para a plantação de cana-de-açúcar.
- Vinhaça: Proveniente do processo de destilação. A vinhaça produzida é armazenada em uma lagoa e é destinada à fertirrigação da lavoura.
- Águas residuais: Provenientes do processo produtivo. Essas serão acrescidas à vinhaça para uso na lavoura.
- Lavagem da Cana: Não utilizado, o processo utilizado na usina é a limpeza à seco.
- Água dos condensadores e evaporadores: Processo de evaporação. Reutilizado durante o processo produtivo.

8.1. Processo Produtivo

Para a obtenção do açúcar e álcool a cana-de-açúcar passa por um processamento industrial que inicia com a recepção e moagem da cana. A partir da moagem os sólidos e líquidos deste processo tomam caminhos diferentes, enquanto o caldo é destinado ao tratamento de caldo, o bagaço é destinado à queima na caldeira para a obtenção de calor.

A empresa destina o caldo para a produção de açúcar ou álcool de acordo com o mercado. No quadro 3 verifica-se a produção de açúcar, álcool hidratado e álcool anidro, bem como os resíduos provenientes da produção.

Quadro 3. Dados de produção

Descrição	Dados	Unidade
Dias de safra	130	Dias
Cana moída para álcool	785.110,25	Tonelada
Cana moída para açúcar	1.238.526,92	Tonelada
Cana moída total	2.023.637,16	Tonelada
Produção de álcool hidratado	34.348.396	Litro
Produção de álcool anidro	43.205.133	Litro
Produção de açúcar VHP	114.977,49	Tonelada
Bagaço produzido	551.840.510	Kilos
Biomassa consumida nas caldeiras	257.386.893	Kilos
Vinhaça produzida	1.341.600	m ³
Fuligem + Torta da filtração	27,35	KG/Tc
Torta da filtração	15	KG/Tc
Consumo de água bruta	1.840.575	m ³
Consumo de água bruta/ton de cana	0,910	m ³ /Tc

Fonte: Empresa pesquisada (2013).

O processo produtivo da indústria está representado pelos fluxogramas de cada setor de produção.

8.1.1. Recepção e moagem da cana

Logo na entrada da usina o caminhão dirige-se a balança para pesagem. Se o veículo for sorteado o mesmo é dirigido à sonda de amostragem (oblíqua) para coletar amostras de cana para análise do teor de sacarose.

A cana picada então é descarregada na mesa alimentadora e passa pelos picadores e desfibradores, sem que haja perda de caldo, em seguida pelo eletro-imã, onde são retirados pedaços de metais contidos na cana e que podem danificar os equipamentos da moenda. A empresa adota o sistema de limpeza a seco, eliminando o uso de água para lavagem da cana. Posteriormente a cana desfibrada é enviada para os ternos da moenda para extração do caldo em uma operação contínua. O caldo resultante da moagem é enviado para o setor de produção de açúcar ou álcool. Ao final deste processo resultará o primeiro resíduo, o bagaço da cana, que é enviado através de esteiras cobertas até as caldeiras onde é queimado e produzido o vapor que é utilizado para geração de energia elétrica, processo chamado de Cogeração (USF, 2013).



Foto 1. Moagem da cana-de-açúcar.

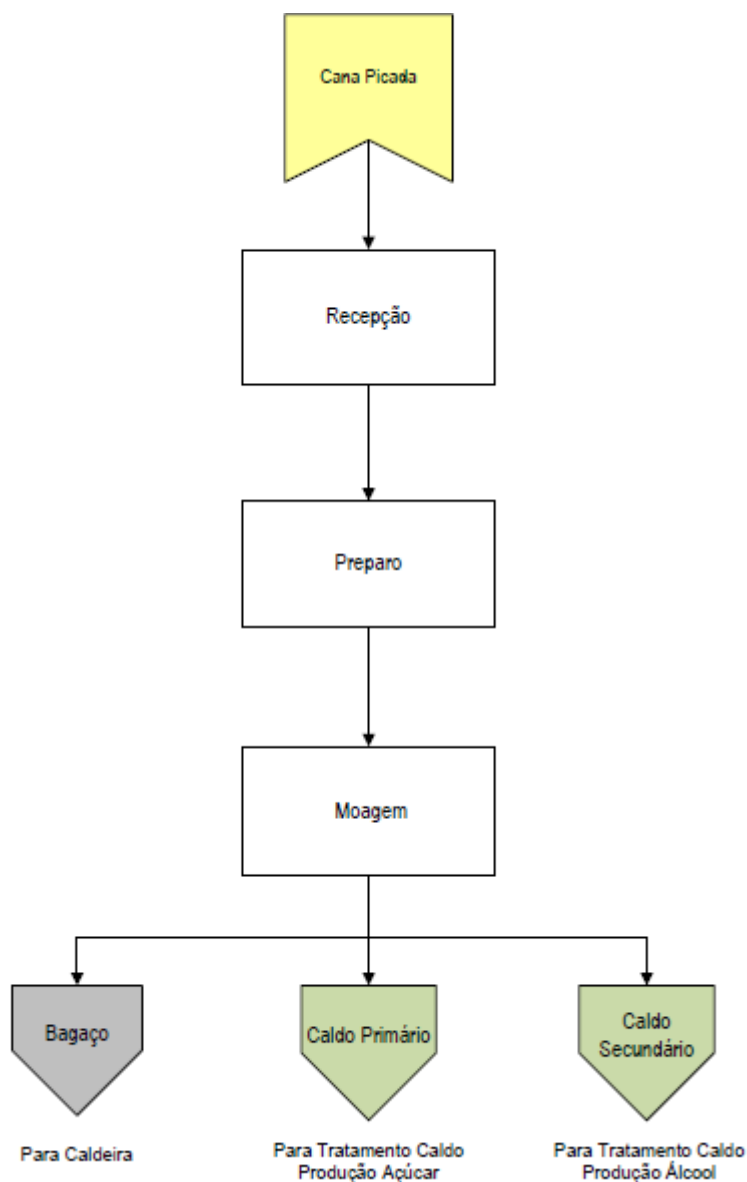


Figura 9. Fluxograma de recepção de cana.

Fonte: Empresa pesquisada (2010)

8.1.2. Tratamento do caldo

Antes de ser encaminhado à produção de açúcar e álcool, o caldo extraído pela moenda passa por diversas etapas de tratamento. Para a remoção de impurezas mais grosseiras este caldo é peneirado; as impurezas menores (solúveis, insolúveis ou coloidais) não são removidas apenas com a utilização de peneiras, no caso deste tipo de impurezas, é adotada uma seqüência de procedimentos na intenção de eliminá-la:

- Calagem – consiste na adição de leite de cal, a fim de coagular materiais coloidais, auxiliar na precipitação e correção do pH para valores neutros.

- Aquecimento – o aquecimento nesta etapa visa principalmente o aumento a eficácia do processo de decantação.
- Decantação – Separar o caldo das impurezas sólidas. O caldo vai para o evaporador e o lodo para o filtro.
- Filtro – Por vácuo, é retirada uma parcela de sacarose do lodo e o resíduo denomina-se torta. A torta de filtro é utilizada na cultura da cana-de-açúcar.
- Evaporador – Retirar a água presente no caldo (contida na cana e adicionada nas fases anteriores do processo), adequando a concentração do caldo para a fermentação (USF, 2013).



Foto 2. Decantação.

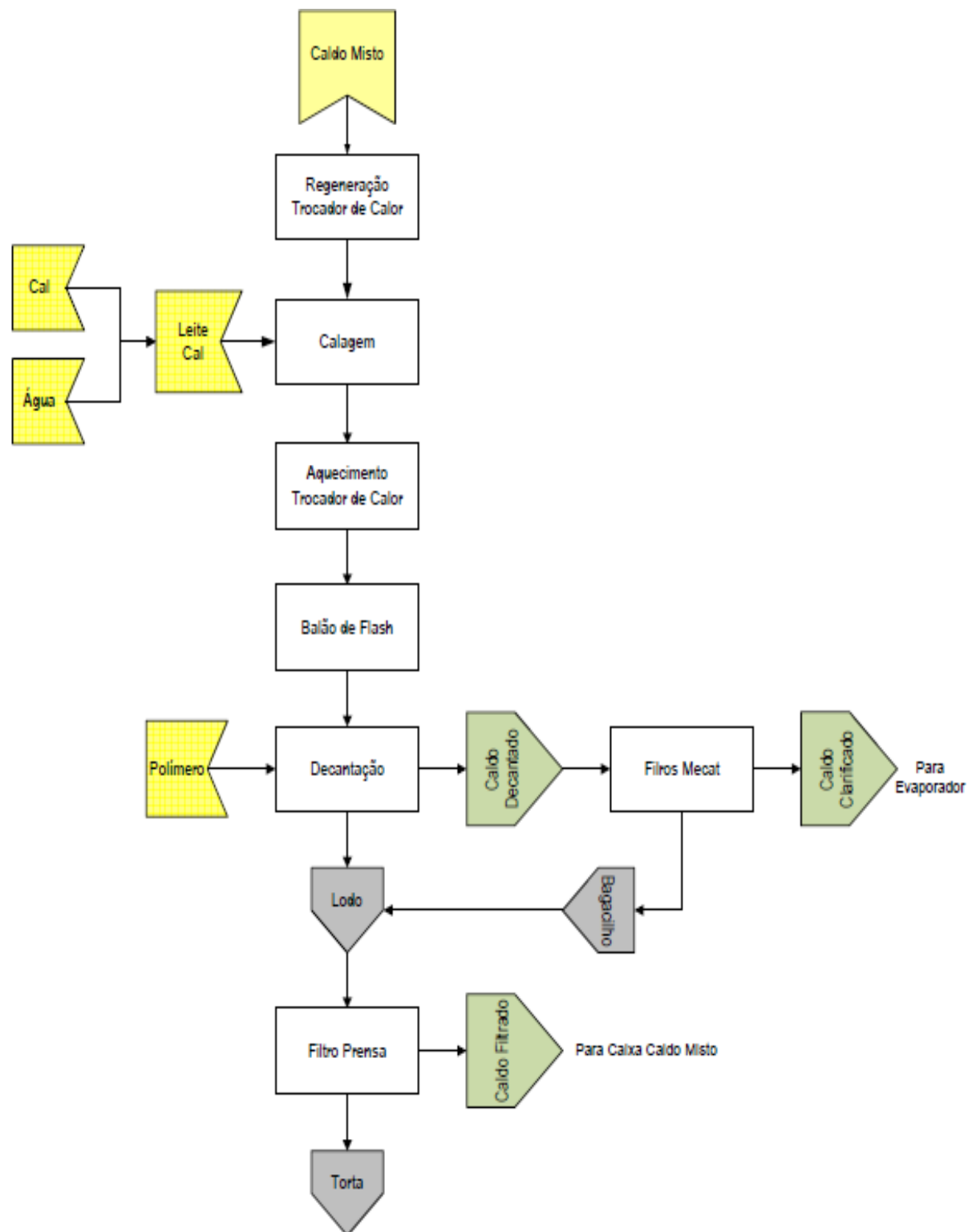


Figura 10. Fluxograma decantação.

Fonte: Empresa pesquisada (2010)

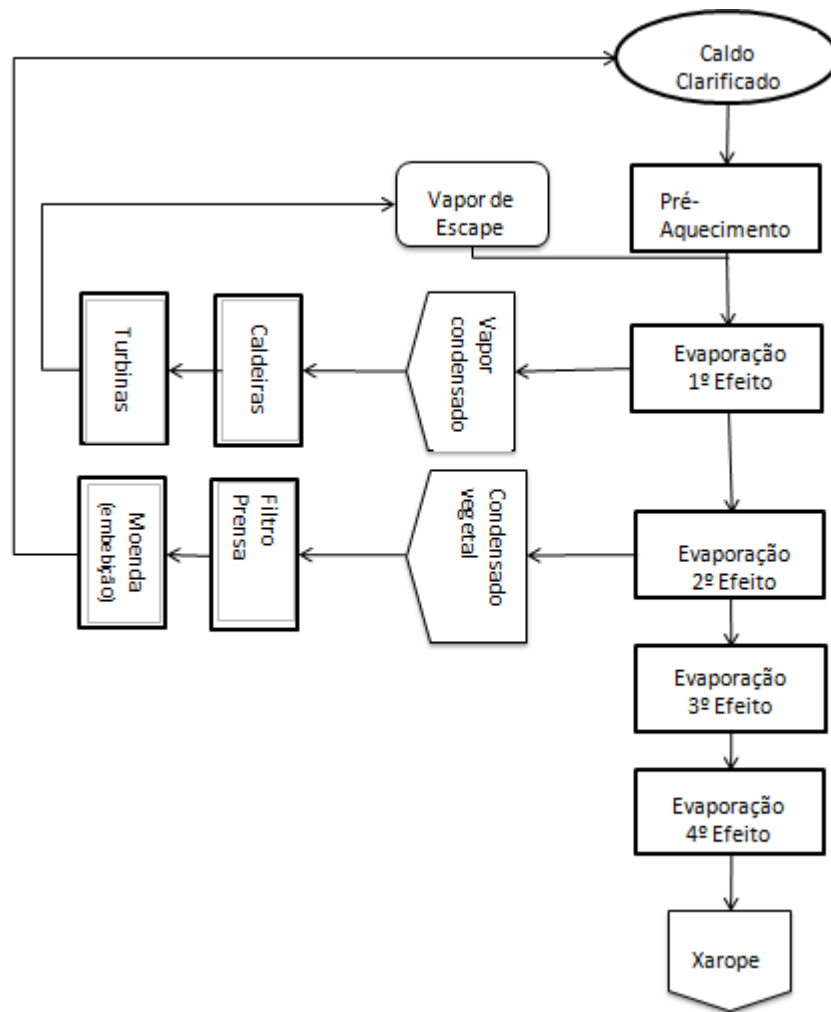


Figura 11. Fluxograma do ciclo de utilização do vapor
 Fonte: Empresa pesquisada (2013).

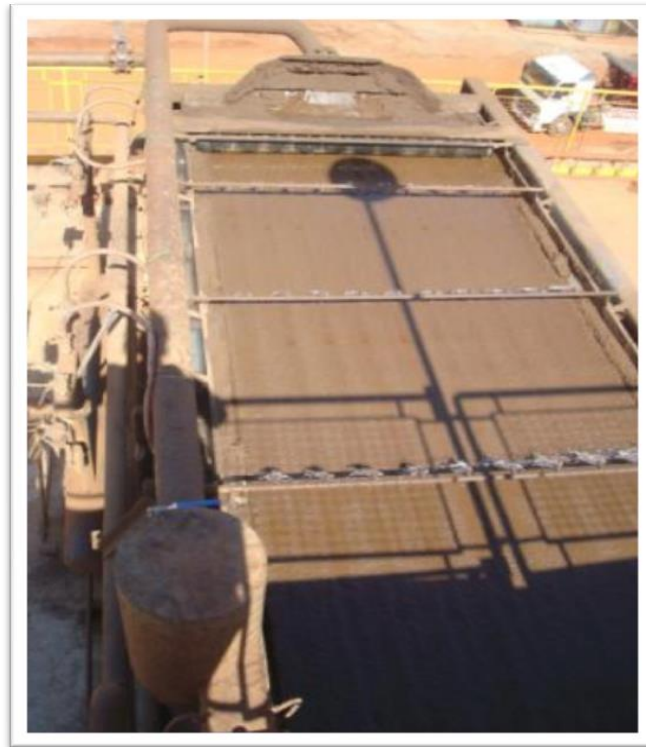


Foto 3. Filtro Prensa.

Observa-se, na Foto 3, a produção da torta. A torta juntamente com a fuligem das caldeiras na empresa foi medida em 15,99 kg/tc no dia da aplicação do questionário. Nota-se que a torta é descarrega em um caminhão (Foto 4) e este é destinado ao setor agrícola, para que a torta seja utilizada como adubo para a cana-de-açúcar (Foto 5), para cada hectare são destinadas 35 toneladas de torta.

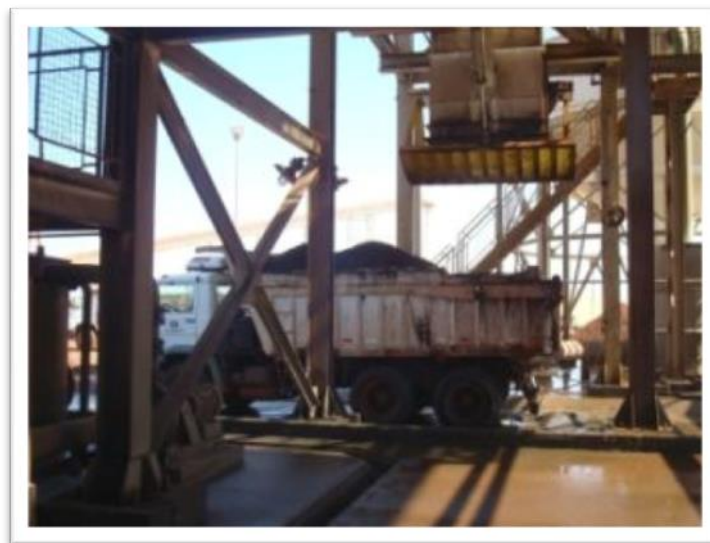


Foto 4. Torta produzida.



Foto 5. Disposição da torta como adubo para a cana-de-açúcar.

8.1.3. Fermentação

É no processo de fermentação que ocorre a transformação do açúcar em álcool. Este processo ocorre nas dornas de fermentação com a ação das Leveduras. O vinho fermentado obtido durante a fermentação é uma mistura de levedura, álcool e outros resíduos, e são separados através de centrifugas, onde a levedura é retirada e enviada para as cubas de tratamento, onde recebe (água e ácido sulfúrico) para se fortalecer e ser novamente utilizada na fermentação. O vinho delevedurado é enviado para a destilaria com um baixo teor alcoólico (USF, 2013).

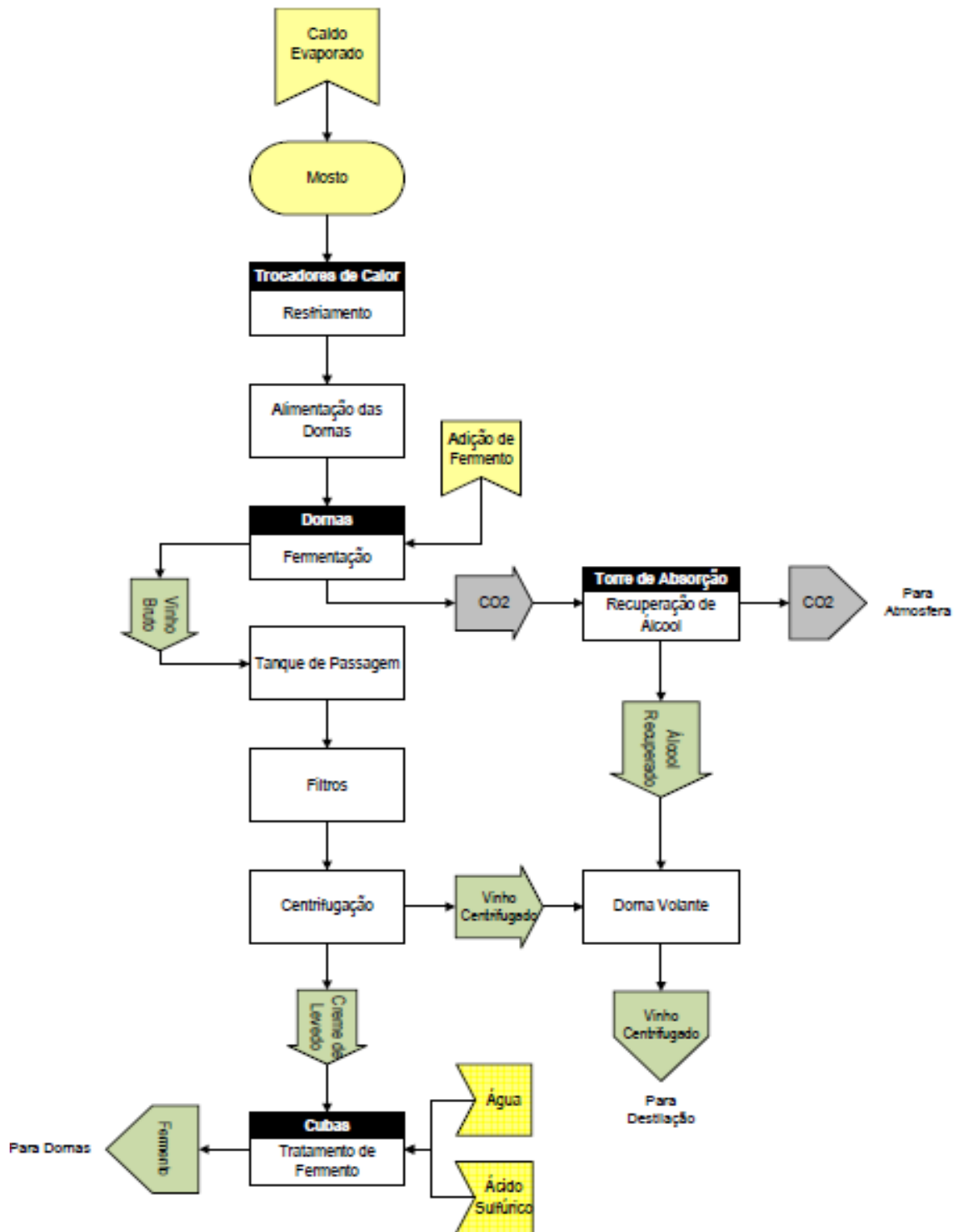


Figura 12. Fluxograma da fermentação.

Fonte: Empresa pesquisada (2010)

8.1.4. Destilação – Produção Álcool Hidratado

O processo de destilação consiste em separar o álcool etílico volátil do vinho. O vinho resulta em flegma e vinhaça. A vinhaça deve ter riqueza alcoólica nula, esta é direcionada a uma lagoa e depois destinada a fertirrigação, para cada hectare são destinados 150 m³ de vinhaça. O flegma é destilado novamente resultando na flegmaça, utilizada para assepsia dos equipamentos. O vinho que vem da fermentação possui, em sua composição, 7° a 10°GL (% em volume) de álcool, além de outros componentes de natureza líquida, sólida e gasosa. Dentro dos líquidos, além do álcool, encontra-se a água com teores de 89% a 93%, glicerina, álcoois homólogos superiores, aldeído acético, ácidos succínico e acético e etc., em quantidades bem menores. Já os sólidos são representados por bagacilho, leveduras e bactérias, açúcares não-fermentescíveis, sais minerais, e outros, e os gasosos, principalmente pelo CO₂ (Gás Carbônico) e SO₂ (Dióxido de Enxofre).

O álcool hidratado produzido é encaminhado para os tanques de armazenamento para posterior carregamento. Seu uso principal é o abastecimento de veículos (USF, 2013).



Foto 6. Fertirrigação com a vinhaça produzida.

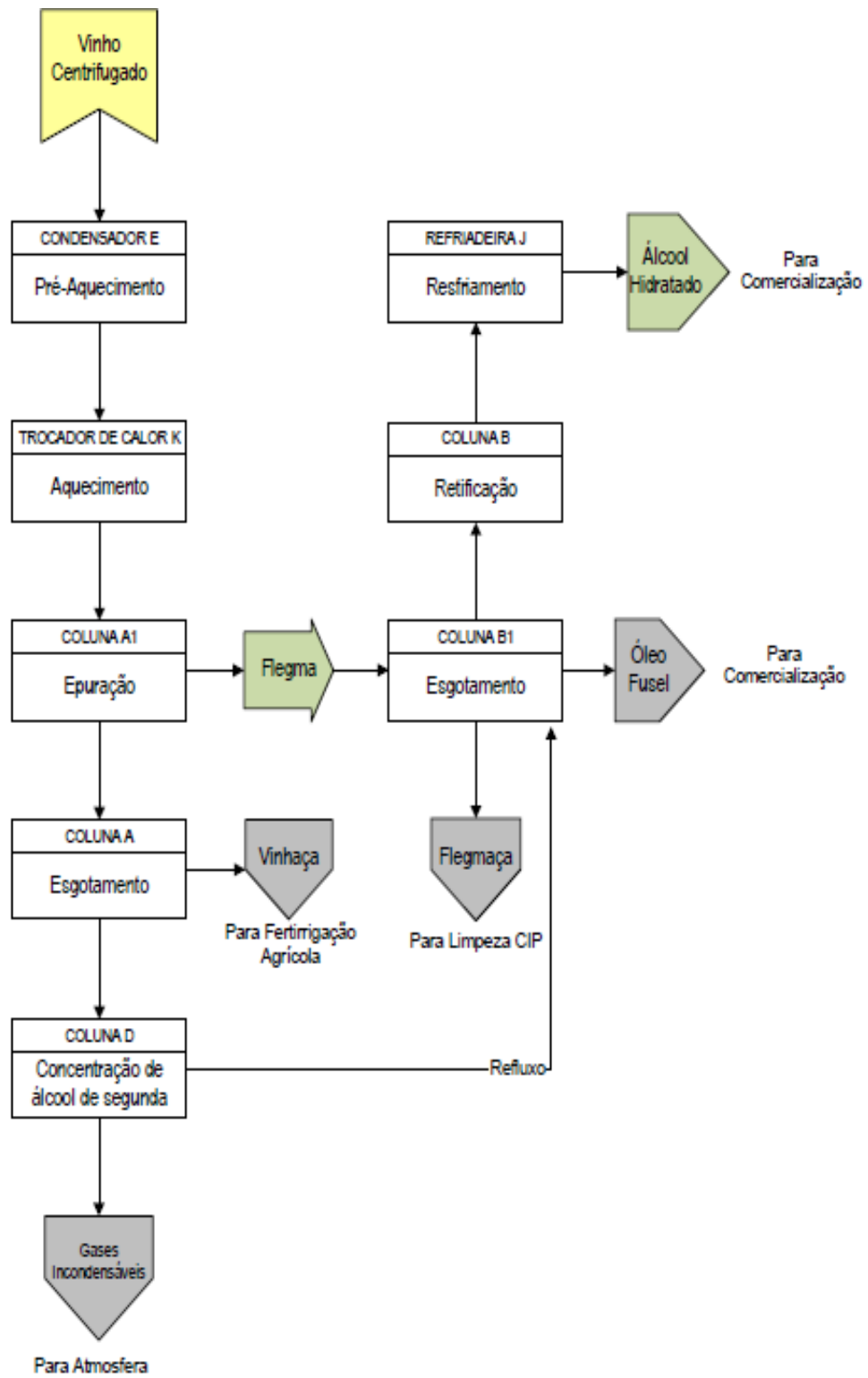


Figura 13. Fluxograma da destilaria 1.

Fonte: Empresa pesquisada (2010)

8.1.5. Peneira Molecular – Produção Álcool Anidro

As Peneiras Moleculares são constituídas por uma mistura cerâmica estável, onde fluídos como a água podem ser armazenados ou retidos em seus poros por meio de adsorção graças ao seu grande poder dissecante e sua superfície ativa de 800 m²/g.

O princípio de obtenção de Álcool Anidro via Peneira Molecular consiste em utilizar colunas ou vasos devidamente preenchidos com essa mistura cerâmica, também conhecida por “Resina” ou “Zeólita”, que permitirão, mediante temperatura e pressão controlada a passagem de álcool hidratado com graduação aproximada de 93% W/W (peso) na fase vapor, através do seu leito, promovendo a adsorção das moléculas de água e liberando o álcool anidro com 99,3 °INPM.

Seu principal uso é ser adicionado à gasolina (23 a 25%) conforme legislação ANP (USF, 2013). Pode-se identificar na figura 14 a obtenção do álcool anidro através da Peneira Molecular.



Foto 7. Desidratação do álcool.

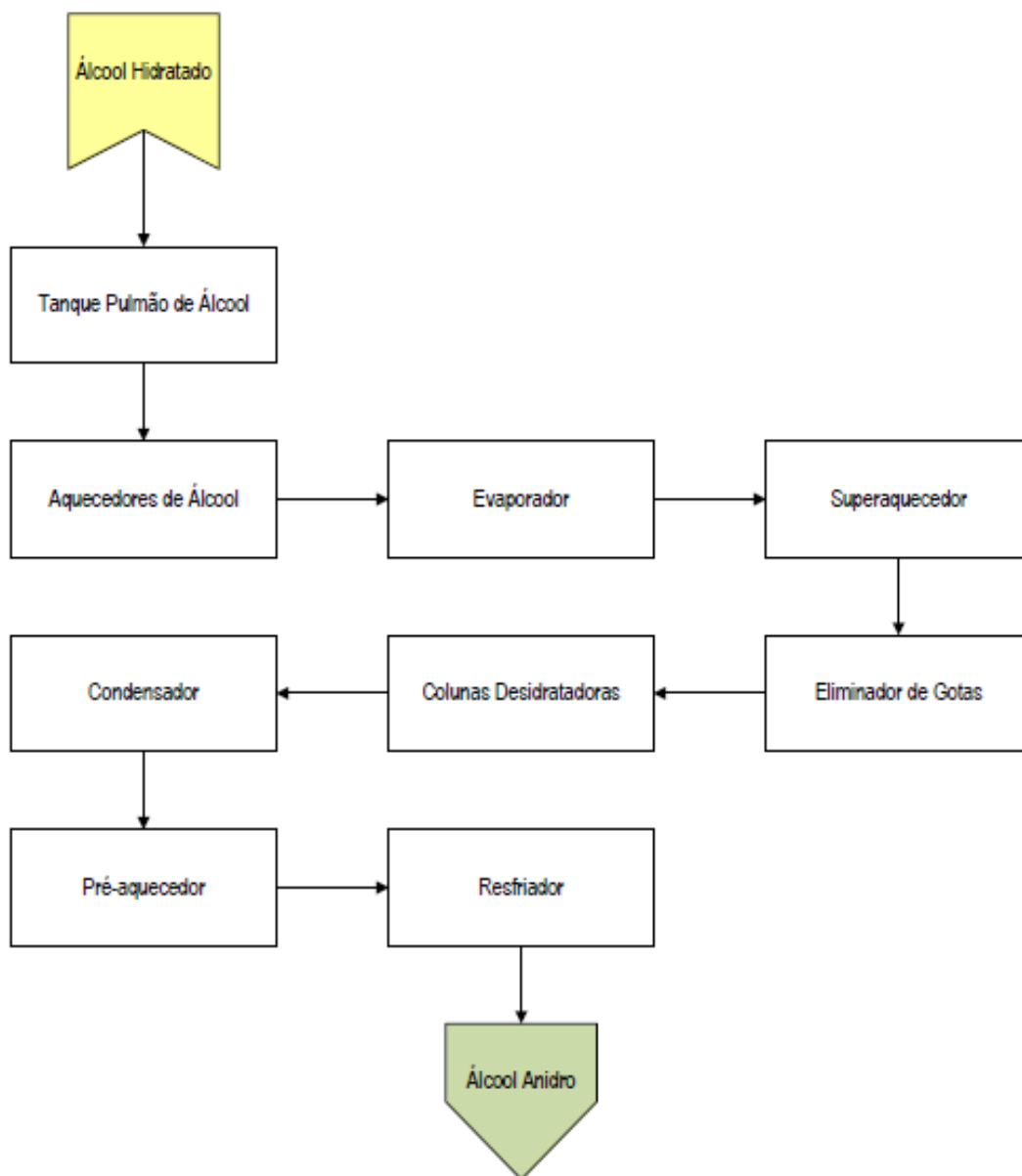


Figura 14. Fluxograma da destilaria 2.

Fonte: Empresa pesquisada (2010)

8.1.6. Captação de água

A captação de água para o abastecimento dos processos industriais da empresa pesquisada é realizada através de bombas adutoras em um rio cerca de 8 km da indústria (Foto 4). Como verificado na figura 17, a captação de água abastece uma lagoa de água bruta e esta abastece todo o processo de produção. As águas residuais do processo produtivo são incorporadas à vinhaça, que será utilizada para a fertirrigação.



Foto 8. Captação de água.

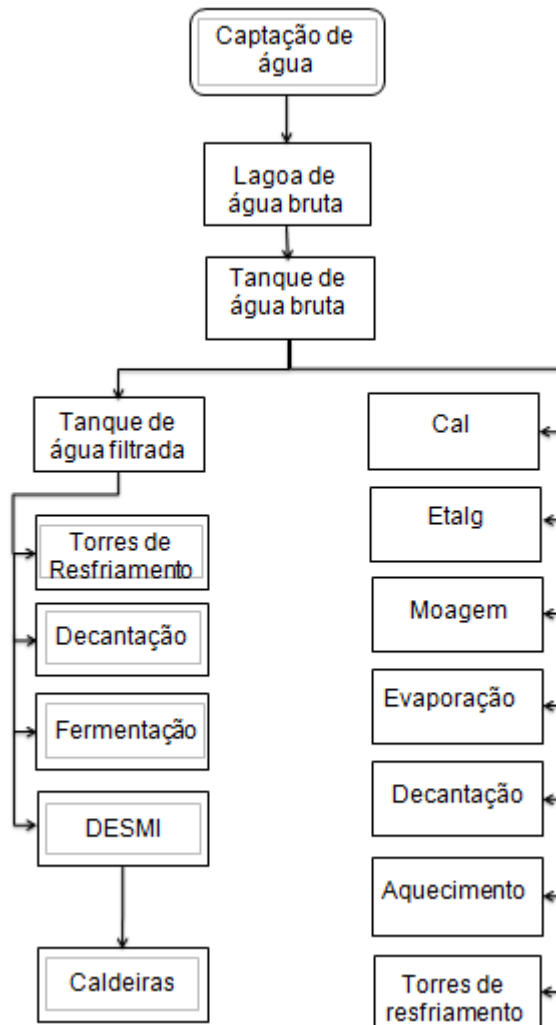


Figura 15. Fluxograma de utilização da água.

Fonte: Adaptado da empresa pesquisada (2013).

De acordo com o questionário e a pesquisa na empresa foi possível realizar um estudo comparativo das ações e procedimentos de P+L na empresa pesquisada, quadro 4, com relação ao documento “A PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) NO SETOR SUCROALCOOLEIRO” CETESB – INFORMAÇÕES GERAIS por RIBEIRO (2002).

Quadro 4. Estudo Comparativo

RESÍDUO	REUSO/RECICLO CETESB	REUSO/RECICLO USINA PESQUISADA
Bagaço	Cogeração de energia elétrica;	Cogeração de energia elétrica.
	Obtenção de composto - uso como adubo;	
	Produção de ração animal;	
	Produção de aglomerados;	
	Produção de Celulose.	
Torta da filtração	Uso como condicionador do solo;	Usada como adubo do solo.
	Produção de ração animal.	
Água de remoção de incrustações	Incorporação ao vinhoto para uso como fertilizante;	Incorporada à vinhaça para fertirrigação
	Uso como complemento da atividade em tratamento biológico de efluentes.	
Água de lavagem da dornas	Usado como fertilizante.	Para a lavagem das dornas é utilizada a flegmaça, depois é incorporada à vinhaça
Vinhoto		Fertirrigação do solo.
Água dos condensadores barométricos e água condensada nos evaporadores	Reciclagem da água no próprio processo;	Reutilizado no processo
	Reciclagem no processo, mas em outra etapa, como embebição da cana;	
	Lavagem do mel após a cristalização do açúcar;	
	Geração de vapor;	
	Lavagem de filtros;	
	Preparo de solução para caleagem (na clarificação).	

Fonte: Adaptado Ribeiro (2002).

Verifica-se, de acordo com o comparativo, que a usina atende ao documento de referência quanto ao reuso e reciclo dos resíduos da indústria. A empresa possui alta tecnologia aplicada aos setores, garantindo o controle da produção e eficiência máxima de seus equipamentos.

A disposição dos resíduos destinados à fertirrigação e adubo é controlada pelo setor agrícola da empresa, o qual realiza estudos para garantir que as áreas receberão a quantidade adequada, evitando prejuízos ao solo.

O ciclo de utilização do vapor, figura 11, é um exemplo de reuso e redução na fonte, pois não há a inserção de água, o que atende a um requisito muito importante da P+L: redução de matéria-prima, água e energia.

Utilizar a limpeza à seco evita o uso de uma grande quantidade de água. Segundo a CETESB (1981, apud OMENA & SILVA) é utilizado em média 10 m³/ton de cana durante a lavagem.

A cogeração de energia, além de reduzir os custos de produção, garante a possibilidade de aumentar o faturamento da empresa através da comercialização da energia excedente. Essa eletricidade fornecida à rede é substituída à energia que é fornecida com a utilização de combustíveis fósseis, gerando conseqüentemente uma redução de emissões de gases de efeito estufa.

Todas essas ações são contempladas pela P+L garantindo a economia de consumo de água e energia, redução da geração de resíduos, melhoria da imagem pública da empresa, melhoria do desempenho industrial, entre outras melhorias destacadas no trabalho.

9. CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar ações e procedimentos de P+L aplicados em uma usina de açúcar e álcool.

No Referencial Bibliográfico foram apresentados alguns conceitos e a importância de um Sistema de Gestão Ambiental. Buscou-se reunir informações das metodologias de P+L, abordando seus princípios, instrumentos e técnicas. Foram discutidas também as principais diferenças que separam a P+L do sistema Fim de Tubo.

No estudo da P+L foram identificadas as principais barreiras que impedem a implantação desse sistema em uma empresa, essas barreiras podem ser organizacionais, políticas, comportamentais, entre outras. E para driblar essas barreiras foram citados alguns benefícios de se implantar um programa de P+L: redução ou eliminação de resíduos, economia no consumo de água, energia e matéria-prima, melhoria da competitividade, entre outros.

A definição dos indicadores de P+L para nortear o trabalho se deu pela adaptação do documento “A PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) NO SETOR SUCROALCOOLEIRO” CETESB – INFORMAÇÕES GERAIS por RIBEIRO (2002). Este documento identifica os principais resíduos da produção industrial e seu possível reuso/reciclo.

A partir do estudo de caso foram identificados os processos produtivos da usina de açúcar e álcool. Foram listados fluxogramas do processo, complementados com fotos de medidas de P+L identificadas.

Após a identificação dos indicadores e do processo produtivo da empresa foi possível realizar um estudo comparativo entre o que o documento da CETESB propõe e quais dessas ações são executadas pela usina.

Embora a usina não tenha implementado formalmente a P+L, o estudo comparativo revela que existem ações e procedimentos condizentes com a metodologia da P+L. Isso se dá pelo fato de que muitas medidas que minimizam os impactos ambientais estão inseridas no conceito de P+L, porém esse conceito não é difundido no setor como tal.

A primeira medida identificada foi o uso do bagaço como combustível da caldeira para geração de energia. Esta energia gerada é utilizada em toda a usina e o excedente é comercializado através de contratos de longo prazo.

Outros resíduos que são reutilizados e contemplam as medidas da P+L são: a vinhaça e a torta da filtração. Estes são utilizados como fertirrigação e adubação do solo.

As águas são reutilizadas no processo e as águas residuais são incorporadas a vinhaça.

Em conversa informal com alguns colaboradores, pode-se perceber que não existe conhecimento sobre o que é a P+L, o que reforça que a usina não implementou essas ações visando a P+L, mas apenas os benefícios que estão inseridos neste conceito.

A empresa não visualiza a formalização da implantação da P+L como um método para reduzir resíduos, reutilizar rejeitos e, conseqüentemente, promover uma redução nos custos de produção.

Com relação ao que contribuiu a bagagem da Engenharia de Produção para a conclusão deste trabalho é possível afirmar que o conhecimento em diversas áreas, como os processos produtivos, planejamento e controle de produção, projetos industriais, entre outros, favorece a identificação de problemas e assim propor soluções corretas.

10. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros pode-se identificar a barreira para a implantação da P+L na empresa pesquisada e estudar a formalização dos conceitos de P+L em sua forma total na empresa, incluindo equipes gestoras e envolvendo não apenas a área industrial, mas também a agrícola e administrativa.

11. OBRAS CITADAS

ALVES, L. B. **Análise da Sustentabilidade ambiental em estabelecimentos agrícolas em Goiás.** Goiania , Goiás, 2010.

CARDOSO, L. M. **Indicadores de Produção Limpa:** Uma proposta para análise de relatórios ambientais de empresas. Salvador, Bahia, Brasil: Mestrado, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2004.

CASTRO, C. V. **Responsabilidade Socioambiental das Usinas Sucroalcooleiras da Região do Triângulo Mineiro.** Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil: Mestrado em Direito, Universidade de Ribeirão Preto, 2009.

CNTL. **Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa,** 2003. Acesso em Maio de 2012, disponível em CNTL: www.senairs.org.br/cntl

CNTL. **CNTL SENAI,** 2012. Acesso em Abril de 2012, disponível em SENAI RS: <http://www.senairs.org.br/cntl>

DIAS, R. **Gestão Ambiental Responsabilidade Social e Sustentabilidade.** São Paulo: Atlas S.A, 2009.

ETHOS. **O Compromisso das Empresas com o Meio Ambiente – a Agenda Ambiental das Empresas e a Sustentabilidade da Economia Florestal / Benjamin S. Gonçalves (coordenação e edição).** – São Paulo: Instituto Ethos, 2005. Acesso em 25 de agosto de 2013, disponível em: http://www.ethos.org.br/_Uniethos/Documents/meio_ambiente.pdf

FERNANDES, S. M. **Planejamento e Controle da Produção em Usina Sucroalcooleira.** São Paulo. Programa de Mestrado: Universidade Paulista – UNIP, 2009. Acesso em 16 de Agosto de 2013: http://www.unip.br/ensino/pos_graduacao/strictosensu/eng_producao/download/eng_silvaniomarciofernandes.swf

FERREIRA, E., & GASI, T. M. **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental.** São Paulo, São Paulo, Brasil: Senac, 2006.

FILHO, H. d. **A aplicação de metodologia de Produção Mais Limpa através dos círculos de controle da qualidade - CCQ em uma indústria do setor metal mecânico - estudo de caso.** Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Produção e Tecnologias Limpas**, 2000. Acesso em 16 de Setembro de 2012, disponível em Boletim Fundação Vanzolini - Ano IX - No 42: <http://www.fiec.org.br/iel>

GRANATO, E. F., & SILVA, C. L. **Geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça**. Bauru, São Paulo, Brasil, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas S.A, 2002.

LEAL, G. C., FARIAS, M. S., & ARAUJO, A. d. **O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE URBANO**, 2008. Acesso em 22:30 de Agosto de 2013, disponível em <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/128/101>

LEMOS, A. D. C. **A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade: o caso da fazenda Cerro do Tigre**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. Acessado 19 de Agosto de 2013: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2011/000224634.pdf?sequence>

LINS, C. & SAAVEDRA, R. **Sustentabilidade Corporativa no Setor Sucroalcooleiro Brasileiro**. Rio de Janeiro, RJ – Brasil, 2007. Acesso em 26 de agosto de 2013, disponível em: <http://fbds.org.br/fbds/Apresentacoes/Relatorio%20Final%20Sucroalcooleiro.pdf>

LUDOVICE, M. T. F. **Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre lençol freático**. Campinas, São Paulo, 1997. Mestrado, Universidade Estadual de Campinas.

MEDEIROS, D. D., CALÁBRIA, F. A., SILVA, G. C., & FILHO, J. C. **Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua**, 2007. Acesso em 30 de Abril de 2012. Disponível em: <http://fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-125.pdf>

OMENA, S. P. F. & SILVA, J. B. **Melhoria da Qualidade Ambiental, através da Recirculação de água de lavagem da cana na Indústria Sucro-alcooleira**. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Acesso em 28 de Agosto de 2013, disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/melhoriaambiental.pdf>

RAUPP, F. **Análise de convergência das técnicas de produção**. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2007.

RENSI, F., & SCHENINI, P. C. **Produção mais Limpa**. Ciências da Administração , 25. 2006.

RIBEIRO, F. d. **A P+L no setor sucroalcooleiro**. AGEITEC, 2002. Acesso em 15 de Abril de 2013, disponível em Agência Embrapa de Informação Tecnológica: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Adubacao_organica_producao_mais_limpaI D-37HFh1RpEg.pdf

SENAI - RS. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Implementação de Programas de Produção Mais Limpa**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: SENAI, 2003.

SZMRECSÁNYI. **Tecnologia e Degradação Ambiental**: O caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. Revista Informações Econômicas, São Paulo, Vol. 24, Nº 10, 1994, pag 73-74: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=1148>

UDOP. Acessado em 26 de Agosto de 2013. Disponível em: <http://www.portaludop.com.br/index.php?item=unidades®iao=CS&estado=MS>

USF. Acessado em 10 de Julho de 2013, disponível em: http://www.usinasaofernando.com.br/conteudo_site.asp?tipoID=2

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi – 2.ed.- Porto Alegre: Bookman, 2001.

12. ANEXOS

ANEXO A

QUESTIONÁRIO APLICADO PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INICIAL

1. Existe alguma medida que influencia na redução de consumo de água durante a produção?
2. Existe alguma medida para a redução do consumo de energia durante a produção?
3. Existe algum procedimento para a redução dos resíduos da produção?
4. Durante a recepção da cana é feito o uso de água para lavagem? Qual o método utilizado?
5. Em quais setores é utilizada a inserção de água?
6. Durante o processo produtivo de açúcar e álcool existe a reutilização de água de um processo para outro? Em quais processos?
7. Existe reciclagem de água?
8. A biomassa proveniente da moenda é destinada para a obtenção de energia, através de sua queima?

9. A biomassa que não é utilizada para queima na caldeira possui qual destinação?
10. Qual a destinação da Torta de Filtração?
11. Qual a destinação da vinhaça? Toda a vinhaça é utilizada?
12. Quais são os outros resíduos gerados durante a produção? Qual é o destino desses resíduos?