



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS DE UM ENGENHO
PRODUTOR DE CACHAÇA COM BASE NO CONCEITO DA
PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)**

Henrique Oliveira de Medeiros

João Pessoa – PB
Junho de 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS DE UM ENGENHO
PRODUTOR DE CACHAÇA COM BASE NO CONCEITO DA
PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Ambiental na Universidade
Federal da Paraíba como requisito
indispensável para obtenção do Título de
bacharel em Engenharia Ambiental.

Área de concentração: Gestão Ambiental

Aluno: Henrique Oliveira de Medeiros

Orientadora: Elisângela M^a Rodrigues Rocha

João Pessoa – PB

Junho de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me fortalecer e ajudar a enfrentar os obstáculos no caminho, concedendo as ferramentas necessárias para que tornasse possível a realização desta árdua caminhada.

Ao meu pai “*in memorian*”, José Haroldo de Medeiros, pelo amor que sempre me deu, incentivo que nunca deixou de haver em suas palavras, a minha mãe Kátia, pelo amor de mãe que nunca mediu esforços em suas batalhas para que tornasse todas as conquistas de seus filhos possíveis.

A minha irmã Débora, que sempre me incentivou em todas as etapas da minha vida e por ser sempre um exemplo de pessoa e de profissional.

A meus tios e primos que como meus familiares sempre mostraram apoio durante o curso, em especial minha prima Mariana que me deu grande força neste trabalho.

A minha namorada Tamíris, que buscou sempre me dar o apoio necessário em momentos que fraquejei na realização do trabalho.

A professora Elisângela Rocha, minha orientadora, pela paciência, suporte em suas orientações, correções e incentivos que tornaram possível a conclusão deste TCC.

Ao Sr. Alexandre, proprietário do Engenho produtor de cachaça pela concessão de informações e pelo privilégio em poder visitar e estudar um empreendimento único.

Aos amigos e colegas que fiz durante o curso, em especial Teresa, Natália, Manuella, Ana e aos colegas de outros semestres pelas dificuldades que passamos juntos e por todas as alegrias divididas.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que essa etapa da minha vida seja concluída.

RESUMO

O cultivo da cana-de-açúcar faz parte das atividades econômicas do Brasil desde o período colonial, e a produção de cachaça pela cana-de-açúcar em alambique é uma atividade cultural brasileira. Este trabalho buscou analisar os aspectos ambientais do processo de produção de cachaça aplicando os conceitos da Produção Mais Limpa (P+L), a partir de um estudo de caso realizado em um pequeno engenho produtor de cachaça no interior da Paraíba. O trabalho verificou a situação produtora do engenho, analisou e propôs recomendações de adaptações nas etapas do processo produtivo. Foi possível identificar a princípio três pontos passíveis de adequação para a P+L: a geração de efluente líquido, a utilização de água, e a necessidade de quantificação dos recursos utilizados no processo produtivo, formulando medidas hipotéticas que possam atender a estas adequações. Foi possível concluir que o engenho estudado apresenta meios produtivos com ações ambientalmente adequadas, porém para a implementação de uma gestão ambiental orientada pela P+L serão necessárias adaptações no processo produtivo que visam melhoria e aumento da eficiência.

Palavras-chave: Produção mais Limpa, Engenho, Produção de Cachaça.

ABSTRACT

The sugarcane cultivation has been part of Brazil's economic activities since the colonial period, and the production of sugarcane cachaça in alembic is a Brazilian cultural activity. This work looked for to analyze the environmental aspects of the cachaça production process applying the concepts of Cleaner Production (C+P), based on a case study carried out in a small cachaça mill in the interior of Paraíba. The work verified the situation of the production at the mill, analyzed and proposed recommendations for adaptations in the stages of the production process. It was possible to identify at first three possible points for C+P: the generation of liquid effluent, the use of water, and the need to quantify the resources used in the production process, formulating hypothetical measures that can answer these adaptations. It was possible to conclude that the mill studied shows productive means with environmentally adequate actions, but for the implementation of an environmental management oriented by the C+P will be necessary adaptations in the productive process that aim at improvement and increase of efficiency.

Key words: Cleaner Production, Mill, Production of Cachaça.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis de aplicação da P+L	15
Figura 2 - Mapa de localização do município de Alagoa Grande na Paraíba	19
Figura 3 – Visualização da área externa do Engenho.....	20
Figura 4 - Aspectos da Agricultura no engenho	20
Figura 5 - Aspectos Industriais do engenho	21
Figura 6 - Etapas de implementação da P+L em uma empresa.....	23
Figura 7 - Fluxograma de produção da cachaça	24
Figura 8 – Moenda instalada no engenho	26
Figura 9 - Modelo de decantador utilizado no engenho estudado	27
Figura 10 - Mosto em Fermentação.....	29
Figura 11 - Alambique de cobre	30
Figura 12 - Tanques de armazenamento para Repouso da cachaça	31
Figura 13 - Bagaço disposto em leito de secagem.....	34
Figura 14 – Queima para o alambique	35
Figura 15 - Reservatório de efluente gerado na produção	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pluviosidade no Município de Alagoa Grande - PB	19
Tabela 2 – Descrição dos fatores, aspectos e Questões aplicadas no engenho	22
Tabela 3 - levantamento de aspectos e possíveis impactos ambientais do processo produtivo.....	32
Tabela 4 Análise das atividades propostas pelo Guia P+L.....	37
Tabela 5 Recomendações para o Guia P+L.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Definição do tema e do problema	8
1.2. Justificativa da pesquisa	9
1.3. Objetivos	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Gestão Ambiental.....	11
2.2. Produção mais Limpa (P+L)	14
2.3. Engenhos sucroalcooleiros.....	16
3. METODOLOGIA	18
3.1. Descrição geral da pesquisa	18
3.2. Área de estudo.....	18
3.3. Caracterização do Engenho.....	19
3.4. Identificação das etapas do processo produtivo do engenho.....	20
3.5. Levantamento dos aspectos ambientais do engenho	21
3.6. Análise de dados.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Análise das etapas do processo do engenho.....	24
4.2. Aspectos e impactos ambientais observados.....	31
4.3. Análise dos aspectos ambientais em relação as diretrizes P+L.....	32
4.4. Recomendações com base na análise do Guia Prático para P+L	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

1.1. Definição do tema e do problema

A importância do meio ambiente vem tomando proporções maiores nas pautas de discussões atuais, seja ela governamental ou empresarial. Isso ocorre devido à uma maior conscientização por parte dos gestores que buscam aderir à programas de sustentabilidade. O debate sobre a responsabilidade socioambiental das organizações vem tomando lugar na prática administrativa, como o caminho para sobreviver às mudanças de paradigmas e ao ambiente competitivo que vivenciam as empresas atualmente (GONÇALVES, 2013). A gestão ambiental ganha espaço no planejamento empresarial, despertando nos gestores a necessidade de investir em qualidade ambiental para garantir vantagem no mercado competitivo.

Os modelos de gestão ambiental incorporam a ideia de prevenção da poluição e encaram os problemas ambientais a partir de uma visão mais ampla, que pode ser alinhada à estratégia da empresa, o que favorece a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental – SGA, com o propósito de ajustar uma empresa às exigências legais, tornando-a apropriada à padrões de qualidade ambiental. A implantação do SGA permite que a organização atinja o nível de desempenho ambiental por ele determinado e promova sua melhoria contínua ao longo do tempo (MORAIS et al., 2013; FERNANDES et al., 2015).

Entre as ferramentas para a implantação de um SGA, tem-se a ferramenta Produção Mais Limpa (P+L), a qual consiste em um modelo de gestão ambiental baseado na abordagem preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente (FERNANDES *et al.*, 2015).

A Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA Lei n.º 6.938/81, alterada pela Lei n.º 10.165/2000, dispõe sobre as atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais, e prevê o controle destas atividades a fim de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental. A atividade industrial é um exemplo de potencial poluidor para o meio ambiente oriundo das características da atividade realizada.

A produção de cachaça em alambiques faz uso de recursos naturais como a água, e tem como matéria prima base para sua atividade a cana-de-açúcar. Tal processo gera resíduos, sendo o vinhoto o principal efluente gerado no processo. Sendo esta uma das maiores preocupações da indústria sucroalcooleira por apresentar alto potencial poluidor para corpos hídricos (MORO *et al.*, 2011).

Diante do exposto, levantou-se as seguintes hipóteses para esta pesquisa:

- A ferramenta de gestão ambiental Produção Mais Limpa pode trazer benefícios à realidade de um engenho produtor de cachaça na região do Brejo Paraibano.
- Pequenos engenhos produtores de cachaça poderão melhorar a produtividade e vislumbrar certificações ambientais a partir de ações preventivas, integrativas e continuas dos aspectos ambientais.

1.2. Justificativa da pesquisa

O cultivo da cana-de-açúcar está presente no território brasileiro desde a sua colonização. Esse cultivo tem parte concentrada na região nordeste, marcado pela estruturação e pelo desenvolvimento econômico do Brasil, e até os dias atuais ocupa lugar de destaque no fomento econômico brasileiro. A cultura da cana-de-açúcar é considerada uma das atividades responsáveis por desequilíbrios ecológicos no ambiente agrícola (SILVA, 2011).

Freitas *et al.* (2013) afirmam que impactos ambientais negativos gerados são notáveis, por exemplo, na danificação do solo (devido ao cultivo da cana-de-açúcar em grande escala), escassez dos recursos hídricos (devido à elevada demanda de água no processo de fabricação da cachaça) e contaminação do solo e das águas (em função da quantidade dos resíduos sólidos e líquidos gerados).

O uso de água em etapas importantes no processo produtivo da cachaça indica que este recurso natural necessita de uma gestão adequada. Quanto maior a produção de resíduos, maior o desperdício de matérias-primas, maior o potencial de poluição e, provavelmente, menos poder de competição comercial, no caso do setor produtivo (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Visando reduzir estes impactos negativos, as empresas produtoras de cachaça podem adotar meios que permitam a produção com ganho econômico, alinhado à preservação ambiental e ao bem-estar social. Uma alternativa está na Produção Mais Limpa (PML, PmaisL, P+L), uma tecnologia limpa que se propõe a produzir mais consumindo menos e a reduzir ao máximo ou, se possível, eliminar a fonte geradora de resíduos. (LIMA *et al.*, 2014).

Segundo o Comitê Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2005), a P+L adota uma abordagem preventiva em resposta à responsabilidade financeira trazida pelos custos de controle da poluição, além de auxiliar as empresas a adotarem práticas de desenvolvimento sustentável no processo

produtivo e no consumo. Tais fatos tornam a pesquisa relevante pois irá contribuir na melhoria da gestão ambiental da empresa, pois a adoção das medidas de Produção Mais Limpa irá agregar à empresa as vantagens de um produto final ambientalmente qualificado e o reconhecimento pela marca (HORII *et al.*, 2007).

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

Analisar os aspectos e impactos ambientais do processo de produção de cachaça aplicando os conceitos da ferramenta Produção Mais Limpa (P+L).

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar a situação atual do engenho produtor de cachaça quanto aos aspectos e impactos ambientais de cada etapa do processo produtivo;
- Verificar os conceitos de P+L no setor produtor de cachaça em engenho de pequeno porte;
- Propor recomendações para a melhoria do processo sucroalcooleiro a partir do conceito da P+L;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gestão Ambiental

A publicação da obra de Rachel Carson (1962) *“Silent Spring”* (Primavera Silenciosa) trouxe consigo uma visão voltada para os efeitos que as atividades humanas vinham causando no meio ambiente, inspirando ampla preocupação pública em assuntos relacionados. Servindo como marco de importância para a gestão ambiental, também incitou a realização de discussões internacionais ao longo das décadas seguintes.

Na década de 70, quando foi realizada a Primeira Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente em Estocolmo, Suécia, foram criados conceitos e legislações sobre meio ambiente. Em meados da década de 80 foi criada a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento vinculada à Organização das Nações Unidas - ONU, no qual realizaram estudos sobre questões ambientais e foi emitido o ‘Relatório Brundtland’, conhecido como “Nosso Futuro Comum”. Tal documento trouxe a definição de Desenvolvimento Sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991).

A década de 90 trouxe a elaboração da norma de proteção ambiental pela Organização Internacional para Padronização (ISO) 14001, que define os procedimentos relacionados à gestão ambiental. Em 1992, houve a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento no Rio de Janeiro, Brasil, também conhecida como Eco-92 ou Rio-92. Em tal evento foi formulada a Agenda 21 como um plano de ação para as diversas áreas de atividade humana que envolvem meio ambiente e desenvolvimento. Houve também a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, em 1996, em que foi anunciado um tratado internacional chamado “Protocolo de Kyoto” que estipulava metas para que os países reduzissem as emissões de gases do efeito estufa.

A Eco-92 teve uma grande repercussão nas discussões envolvendo meio ambiente e questões de sustentabilidade, resultando em dois eventos posteriores que serviram de avaliação das medidas propostas pela Agenda 21 em 1992, nomeadas de Rio + 10 e Rio + 20 que discutiram também sobre o desenvolvimento sustentável.

O conceito de gestão ambiental envolve em seu significado: política ambiental, planejamento ambiental e gerenciamento ambiental. Trata-se do estudo administrativo

para a utilização racional de recursos naturais, fontes de energias e minimização de impactos ambientais.

Logo, tem-se que Gestão Ambiental é a forma como a empresa se mobiliza em busca da adequação ambiental de suas atividades, sendo importante fator diferencial no mercado competitivo. Compreende a adoção de uma Política Ambiental baseada em ações preventivas e corretivas para evitar impactos ao meio ambiente vindos da atividade realizada pela empresa. (VALLE, 2004)

Seiffert (2011) define que gestão e gerenciamento ambiental têm características diferenciadas, considerando que o processo de gerenciamento está alicerçado em parâmetros táticos na organização, enquanto a gestão, ao processo estratégico, sendo que esse último implica na implantação de políticas ambientais.

Segundo Silva (2011):

“Vivemos na atualidade um forte fomento econômico brasileiro impulsionado pelo processo de expansão da cultura da cana-de-açúcar, sendo que dois fatores em especial têm sido apontados responsáveis por esse crescimento. O primeiro, diz respeito ao setor energético do país que tem encontrado na cana-de-açúcar um forte aliado em função da produção do etanol e da geração de energia elétrica, através do processo de cogeração a partir do bagaço da cana”.

Várias são as razões que levam as organizações a almejarem a adequação ambiental de suas atividades, como, por exemplo, alinhamento à legislação, exploração de novas oportunidades de negócios, satisfação de stakeholders e motivação de seus recursos humanos, aliados ao aumento de produtividade, acesso a novos mercados, facilidade no cumprimento de normas ambientais. (JABBOUR; SANTOS, 2012 *apud* GOMES *et al.*, 2016).

2.1.1. Sistema de Gestão Ambiental (SGA) – ISO 14001

No âmbito internacional, a Organização Internacional para Padronização (ISO) promulgou em 1996 a série ISO 14000, que trata da gestão ambiental, adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), nossa representante na ISO, como normas brasileiras.

A série de normas ISO 14000 foi instituída em relação às questões ambientais, que motiva empresas a investirem nas questões ambientais nos seus processos, a fim de modificar esses processos quanto ao uso de matérias-primas e recursos naturais (GOMES *et al.*, 2016).

A norma ISO 14001:2015 relaciona aspectos ambientais e impactos ambientais como causa e efeito. O aspecto ambiental é a causa, como, por exemplo, a emissão de poluentes no meio ambiente; o impacto é o efeito no meio ambiente. A norma de orientação sugere um procedimento de quatro etapas para identificar aspectos e impactos:

- Selecionar uma atividade ou processo (por exemplo, produção sucroalcooleira);
- Identificar todos os aspectos ambientais possíveis das atividades ou processo (por exemplo, consumo excessivo de água);
- Identificar impactos ambientais ou potenciais associados com o aspecto (por exemplo, escassez de recursos naturais);
- Avaliar a importância dos impactos.

A implantação de um SGA baseado na norma ISO 14001 deve-se basear na definição da política ambiental da organização, de acordo com a natureza, escala e impactos ambientais de suas atividades, produtos e serviços (MARTINS e SILVA, 2014).

Segundo Seiffert (2011) a maioria das empresas que vêm implementando um SGA baseado na ISO 14001 em geral estão sendo motivada quase exclusivamente para evitar o surgimento de futuras barreiras não tarifárias ao comércio de seus produtos, assegurando assim sua fatia do mercado tanto nacional como internacional. Essa postura dos empresários e das organizações leva a entender que a relevância das questões ambientais está sendo mais valorizada pelas empresas e sendo vista como diferencial na competitividade empresarial.

De acordo com Moreira (2002) *apud* Martins e da Silva (2014) os benefícios da implementação de um SGA são: Melhoria na organização interna; Melhoria da imagem; Aumento da satisfação e confiança dos clientes; Aumento da motivação e envolvimento no sistema, por parte dos colaboradores internos; Confiança no sistema e reflexão sobre o mesmo; Melhoria da posição competitiva, face aos concorrentes não certificados; Redução de custos; Acesso a determinados mercados e concursos, em face de um sistema com base em critérios internacionalmente aceitos; Minimização do impacto ambiental das atividades.

2.2. Produção mais Limpa (P+L)

A expressão “Produção Mais Limpa” foi lançada pela UNEP (United Nations Environment Program) e pela DTIE (Division of Technology, Industry and Environment) em 1989, como sendo a aplicação contínua de uma estratégia integrada de prevenção ambiental a processos, produtos e serviços, visando o aumento da eficiência da produção e a redução dos riscos para o homem e o meio ambiente.

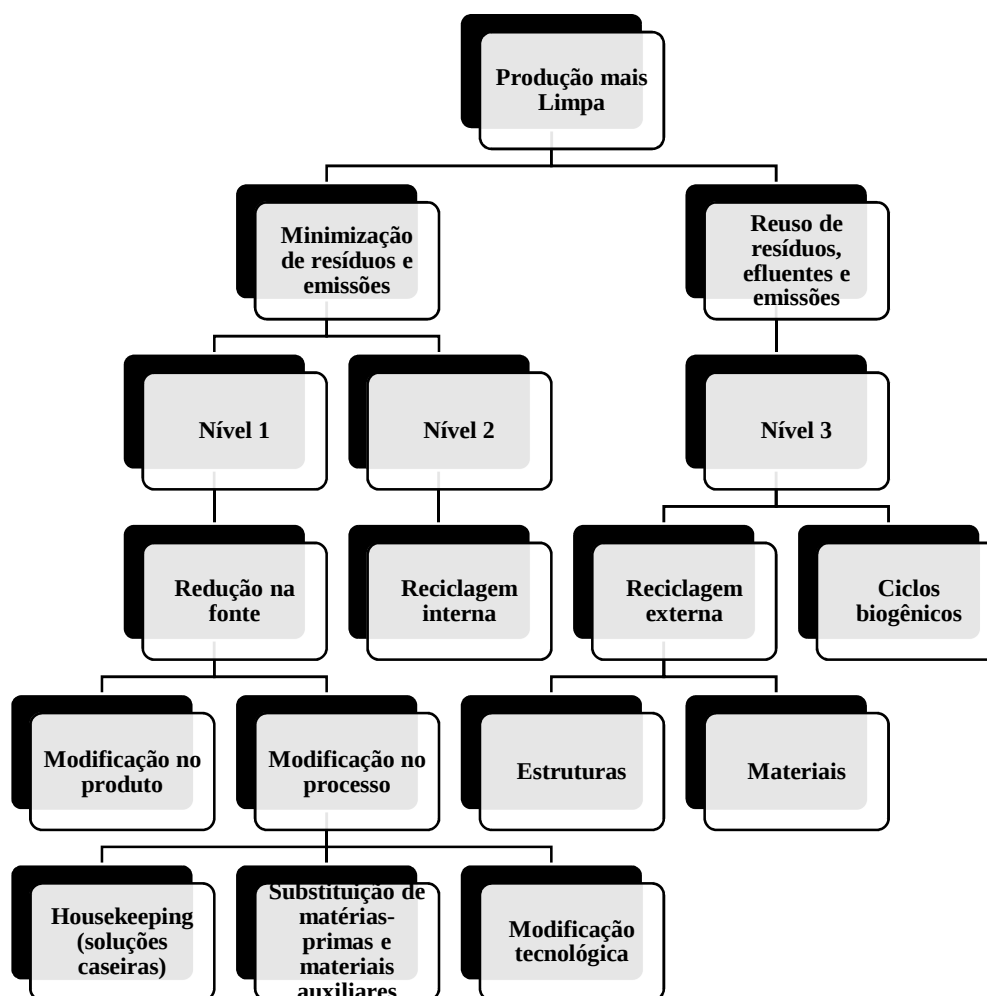
De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2002) a Produção mais Limpa pode ser aplicada a produtos, processos e serviços. O modelo de gestão ambiental Produção mais Limpa aumenta a eficiência ambiental e reduz os riscos ao homem e ao meio ambiente.

Oliveira e Gameiro (2014) dizem que a P+L é apresentada na forma de passos ou tarefas a serem aplicadas no setor industrial, desde a sensibilização e comprometimento da alta direção ao plano de continuidade da metodologia.

Durante muito tempo as grandes dificuldades encontradas na gestão ambiental das empresas é a falta de definição clara das competências necessárias para a preservação dos recursos ambientais existentes. Dessa forma, é possível verificar que no âmbito municipal brasileiro aproximadamente 5.561 municípios do Brasil (IBGE, 2000), apenas cerca de 500 possuem estrutura específica para tratar a gestão ambiental das empresas (GOMES *et al.*, 2016). No Brasil, a introdução da Produção Mais Limpa (P+L) contou com o apoio financeiro da ONUDI/ Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Fernandes *et al.* (2015) diz que a P+L inclui ferramentas a serem utilizadas desde o diagnóstico inicial até o relatório final, enfatizando a etapa de balanço de massa e análise da viabilidade econômica, sendo necessário o estabelecimento das prioridades na identificação de oportunidades de P+L (Figura 1).

Figura 1 - Níveis de aplicação da P+L



Fonte: Adaptado de CNTL, 1999 *apud* FERNANDES *et al.*, 2015

Observa-se que a P+L tem como objetivo agir sempre no Nível 1 a fim de evitar a geração de resíduos e emissões. Porém, nos processos produtivos existem os resíduos que não podem ser evitados, e estes devem ser, preferencialmente, reintegrados ao processo de produção (Nível 2). Quando os resíduos não podem ser reintegrados, ou seja, reciclados internamente, busca-se a reciclagem externa (Nível 3). Quanto mais próximo à raiz do problema e quanto menores os ciclos, as ações serão mais eficientes” (FERNANDES *et al.*, 2015).

O “Guia para a Produção Mais Limpa – Faça Você Mesmo” emitido pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), busca orientar empresários a repensar a geração de resíduos da sua empresa e até lucrar com isto. Mostrando que a análise de balanços de massa e energéticos permitem identificar oportunidades de P+L, as quais proporcionam benefícios para o meio ambiente e ganhos

econômicos para a empresa, contribuindo para a economia de recursos naturais, a melhoria da imagem e o aumento de competitividade (CEBDS, 2008).

Segundo Freitas *et al.* (2013) a aplicação da P+L visa proteger o meio ambiente, ao consumidor e ao trabalhador, bem como aprimorar a eficiência industrial e, dessa forma, gerar ganhos econômicos, de imagem e competitividade para as empresas.

A metodologia Produção mais Limpa foi aplicada à uma empresa de beneficiamento de tabaco, sendo observado pelos autores que a ferramenta trouxe bons resultados, onde foram realizadas medidas remediadoras para redução das perdas nas máquinas e “através de análises e implantação de boas práticas de fabricação, focaram-se os esforços para evitar a geração dos resíduos” (SILVA *et al.*, 2014).

Cunha *et al.* (2011) apresentou uma caracterização quantificada da P+L em padarias envolvendo custos elétricos, custos de produção e reaproveitamento de resíduos e verificou que a gestão ambiental em microempresas trouxe benefícios como controle de gastos e redução de impactos ambientais negativos.

Oliveira e Gameiro (2014) identificou oportunidades de P+L em uma indústria moveleira com relação ao reaproveitamento de tinta e maior eficiência no maquinário, contemplando diminuição do esforço repetitivo pelos funcionários e economia na matéria utilizada na produção.

O setor sucroalcooleiro em variados casos já realiza diversas atividades de produção mais limpa. Muitas dessas medidas estão inseridas no conceito de P+L, porém não são conhecidas e difundidas no setor, o uso da vinhaça e da torta-de-filtro, para a fertirrigação ou alimentação animal, podem ser caracterizados como forma de produção mais limpa (CETESB, 2002; ALVARENGA e QUEIROZ, 2009).

“A utilização de técnicas da metodologia P+L resultou em uma nova visão de controle e gestão ambiental. As lideranças da empresa se mostraram receptivas as novas ideias, e interessadas em aprofundar os estudos relacionados ao assunto” (SILVA *et al.* 2014).

2.3.Engenhos sucroalcooleiros

A agricultura no Brasil é uma das principais bases econômicas desde sua colonização, tendo sempre a presença do cultivo da cana-de-açúcar. Dados do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017) mostram que o Brasil explorou no mês de janeiro de 2017 mais de 600 mil toneladas de cana-de-açúcar.

“A cultura da cana-de-açúcar é considerada uma das atividades responsáveis por desequilíbrios ecológicos no ambiente agrícola. A situação de monocultura, aliada à ocupação de extensas áreas, gerou preocupações quanto à sustentabilidade, sob o aspecto ambiental” (SILVA, 2011).

Esse tipo de exploração leva a uma grande geração de renda e emprego por todo o território brasileiro. Um total 8.995,5 mil hectares são cultivados em todo o Brasil, o estado de São Paulo que é o maior produtor de cana-de-açúcar possui 52%, 4.678,7 mil hectares (CONAB, 2015). O estado da Paraíba tem uma pequena representatividade nessa exploração, representado por grandes usinas produtoras de etanol, ou pequenos engenhos produtores de cachaça artesanal.

Segundo dados do IBGE (2001) haviam 62 engenhos no estado da Paraíba, sendo 52 situados no Brejo Paraibano. Ressalta-se que, não se encontrou dados mais recentes para ter uma melhor visão da realidade atual da quantidade de engenhos no estado, mesmo tendo conhecimento que diversos engenhos podem encerrar ou reiniciar seu funcionamento por diversos motivos econômicos, sociais e naturais.

Vale destacar que o mercado brasileiro é disputado por 4 mil marcas de cachaça, que exportam cerca de 1% da produção anual legal, sendo que 50% das exportações são de cachaça a granel, em relação ao sistema tecnológico de produção, 70% de cachaça é produzida em coluna e 30% em destilador de primeiro estágio, alambique. E em relação ao consumo de cachaça, anualmente chega a 11,5 L por habitante, o que gera um movimento anual de 7 bilhões de reais na cadeia produtiva (CBRC, 2012). Apesar dos grandes números de produção nacional da cachaça, a tecnologia da cadeia produtiva adotada entre os diversos produtores não é idêntica.

A geração de resíduos por essa atividade tem como principais subprodutos: o bagaço, a ponteira de cana, as cinzas, a torta de filtro, o vinhoto (vinhaça) e as águas residuais (MORAIS *et al.*, 2013).

De acordo com Moraes *et al.* (2013) o principal impacto gerado pelo manejo inadequado do vinhoto/vinhaça é o uso contínuo do resíduo no solo, que pode levar à contaminação do lençol freático, lixiviação de ânions em função do excesso de potássio e o aumento da acidez no solo, bem como, o uso do vinhoto nas plantações, de maneira indevida, pode provocar o retardamento do processo de maturação da planta, o que leva à queda no teor de sacarose e compromete a qualidade final da cana.

A geração desses resíduos e sua gestão incorreta evidencia a importância de adoção de um SGA que vise controlar a eficiência e padronização, ou seja, a melhoria contínua

da gestão. Segundo Horii *et al.* (2007) a certificação é uma forma de explicitar a conformidade do produto quanto a requisitos de qualidade e segurança alimentar, além de demonstrar o compromisso do produtor com questões ambientais e de responsabilidade social. Consequentemente possibilitará uma maior aceitação do produto e vantagem na competitividade de mercado.

A identificação de todos os aspectos e impactos ambientais das atividades, produtos e serviços de uma empresa visam determinar as significâncias dos mesmos sobre o meio ambiente. Destaca-se que essas informações também devem ser documentadas e atualizadas pela empresa (Barbieri, 2007 *apud* Martins e Silva, 2014).

3. METODOLOGIA

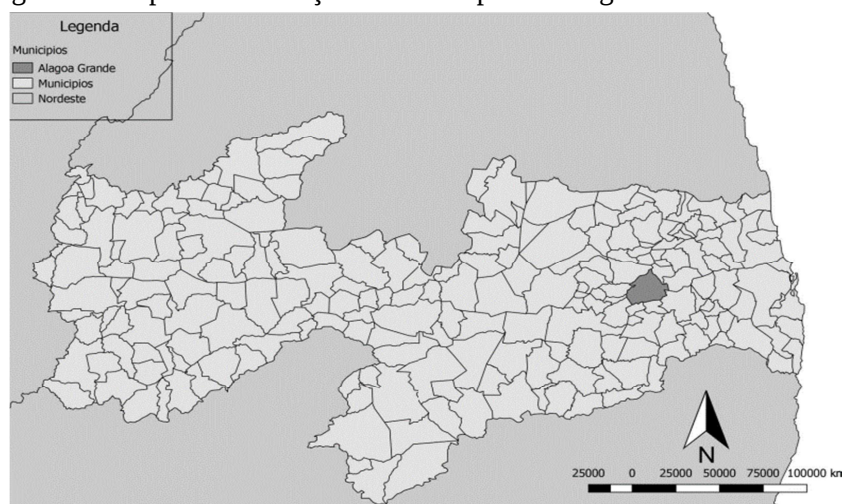
3.1. Descrição geral da pesquisa

Esta pesquisa se classifica como aplicada e exploratória, pois “envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, análise de exemplos que estimulem a compreensão” (Gil, 1991 *apud* Silva e Menezes, 2005). Sendo também caracterizada como uma pesquisa de campo, considerando-se as visitas *in loco* realizadas para coleta de dados, reconhecimento do empreendimento e da atividade desenvolvida.

3.2. Área de estudo

O engenho em estudo se encontra na mesorregião do Agreste Paraibano, no município de Alagoa Grande (Figura 2), distante cerca de 100 km da capital paraibana, João Pessoa. Esta região paraibana tem fortes características no cultivo da cana-de-açúcar desde o século XIX, contribuindo para o crescimento populacional mesmo em meio à intensa escravidão no Brasil (ALAGOA GRANDE, 2017).

Figura 2 - Mapa de localização do município de Alagoa Grande na Paraíba



Fonte: Elaborado em software Qgis2.18, autor, 2017

A predominância do clima na região é quente e úmida, com média histórica de chuvas de 920mm anual (AESAs, 2016). Nos últimos cinco anos foram registrados valores anuais abaixo da média histórica, se caracterizando um severo período de seca (Tabela 1).

Tabela 1: Pluviosidade no Município de Alagoa Grande - PB

Ano	Pluviosidade anual Alagoa Grande (mm)
2016	765,1
2015	626,5
2014	734,9
2013	768,5
2012	664,4

Fonte: AESA (2016)

3.3.Caracterização do Engenho

O engenho encontra-se em operação desde 2010 e sua linha de atividade principal é a produção da cachaça em alambique, que passou a ser engarrafada para comercialização para o estado da Paraíba, em 2013. A propriedade corresponde a um total de 102 hectares, envolvendo a área de plantio da cana-de-açúcar, as instalações da produção e as residências do proprietário e das famílias dos funcionários. O engenho conta com cinco funcionários que atuam de forma regular, com carteira de trabalho devidamente assinada, e tem conhecimento das operações de produção do engenho

(Figura 3). O potencial produtivo do engenho compreende um total de 400 litros de cachaça diários, em dias de produção ativa.

Por se tratar de um engenho que tem seu produto comercializado, o produtor possui nome e marca registrados, contrato social, cadastro nacional de pessoa jurídica, licença de operação do órgão ambiental competente, a SUDEMA – PB.

Figura 3 – Visualização da área externa do Engenho



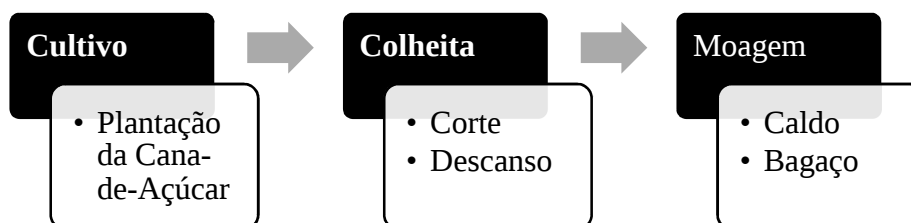
Fonte: Autor, 2017

3.4. Identificação das etapas do processo produtivo do engenho

Nesta etapa realizou-se visitas *in loco*, onde foi possível conhecer o Engenho e realizar registro fotográfico do empreendimento, do seu entorno, bem como das etapas do processo produtivo desde o ciclo de plantio da cana-de-açúcar (aspectos da agricultura) até o produto final embalado, a cachaça (aspectos industriais).

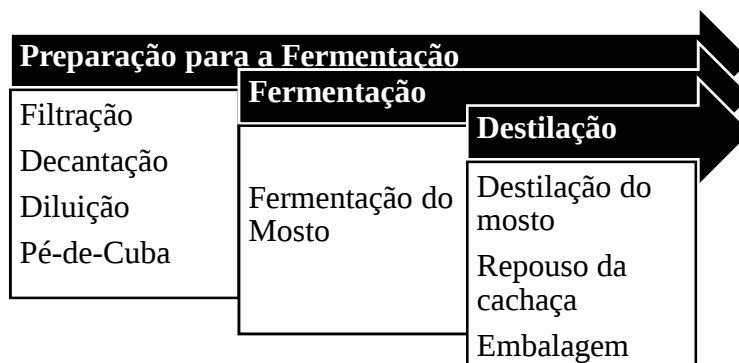
Os aspectos da agricultura e industriais são divididos em 3 etapas cada, conforme as Figura 4 e Figura 5 respectivamente

Figura 4 - Aspectos da Agricultura no engenho



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017.

Figura 5 - Aspectos Industriais do engenho



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017.

Após a cana-de-açúcar colhida, tratada e moída, são realizados procedimentos em preparação para a fermentação, seguidos da destilação, repouso e embalagem.

3.5. Levantamento dos aspectos e impactos ambientais do engenho

Para o desenvolvimento desta etapa foram realizadas visitas no empreendimento para a coleta de dados, onde realizou-se uma entrevista exploratória semiestruturada com o proprietário e gestor do engenho, baseando-se em trabalhos correlatos, com finalidade de obter detalhamento sobre os meios, os processos e os procedimentos adotados em todas as fases de produção da cachaça, prioritariamente sobre os seguintes assuntos (Tabela 2):

Tabela 2 – Descrição dos fatores, aspectos e Questões aplicadas no engenho

Aspecto Observado	Questões Aplicadas
Água	• Utilização no processo produtivo • Padrão de qualidade admitido • Tratamento realizado • Medição de Consumo
Agricultura	• Procedimento para colheita • Uso de Fertilizantes • Período de armazenamento
Consumo de Energia Elétrica	• Consumo realizado no processo produtivo • Medidas de cogeração
Geração de Resíduos Sólidos e Líquidos	• Geração de resíduos • Destinação • Tratamento

Fonte: Autor, 2017

3.6. Análise de dados

Os dados obtidos foram analisados quanto aos aspectos ambientais de cada fase da produção da cachaça de acordo com o método de Produção Mais Limpa, visando a sustentabilidade para a implantação pragmática de um Sistema de Gestão Ambiental.

O “Guia para a Produção Mais Limpa – Faça Você Mesmo” (CEBDS, 2017) foi o principal instrumento utilizado para confrontar os dados obtidos neste trabalho com as etapas indicadas pelo guia supracitado, por meio de uma simulação da execução das tarefas em sequência para facilitar a análise empresarial. O Guia Prático da Produção Mais Limpa foi elaborado baseando-se na redução de custos da produção, do tratamento da parte final do processo, dos cuidados com a saúde e da limpeza total do meio ambiente, e consequentemente a melhoria na eficiência do processo e a qualidade do produto. Dessa forma, preza por motivações para que o empresário que busque esse tipo de gestão siga facilmente orientações em 18 etapas para a implantação da P+L em sua empresa.

A verificação dos dados obtidos com o guia supracitado foi semelhante ao proposto por Fernandes *et al.* (2015) que indica a realização das atividades do Guia P+L como roteiro de implementação da P+L, conforme descrição na Figura 6.

Figura 6 - Etapas de implementação da P+L em uma empresa

Planejamento e Organização	Pré-avaliação e diagnóstico	Avaliação
Comprometimento da direção da empresa	Pré-avaliação	Balanços de massas e energia
	Elaboração dos fluxogramas	Avaliação das causas de geração de resíduos
Sensibilização dos funcionários	Elaboração dos fluxogramas	Geração das opções de Produção mais Limpa
	Definição dos indicadores	Avaliação técnica, ambiental e econômica
Formação do Ecotime	Avaliação dos dados coletados	Seleção da opção
	Barreiras	Implementação e Plano de Continuidade
Apresentação da metodologia	Seleção do foco de avaliação e priorização	Implementação
		Plano de monitoramento e continuidade

Fonte: Adaptado de CEBDS *apud* Fernandes *et al.* (2015)

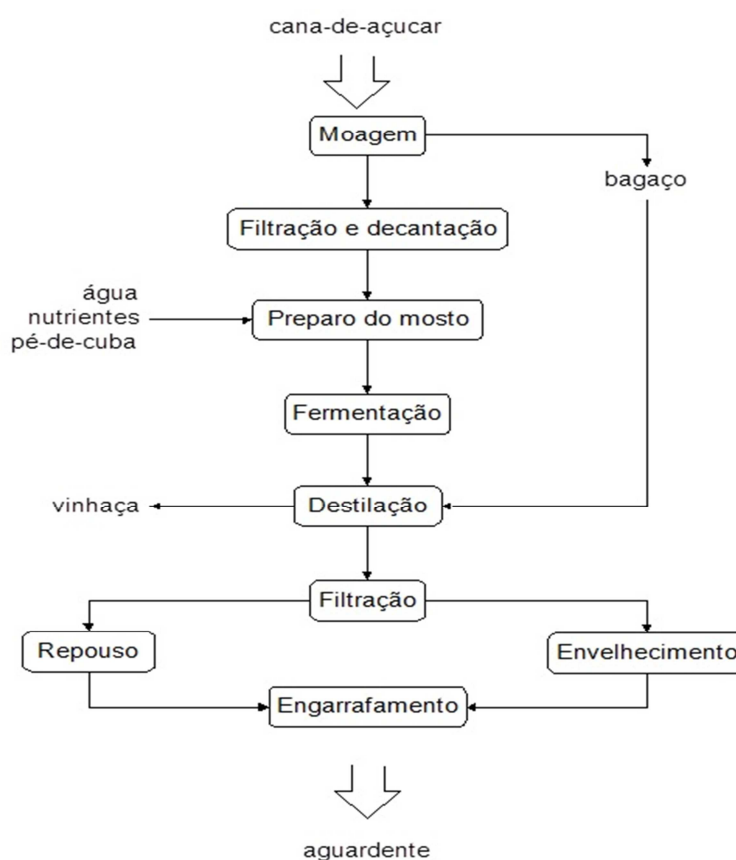
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todo o processo produtivo da atividade sucroalcooleira existe procedimentos que são potenciais poluidores do meio ambiente. É de grande importância que sejam tomadas medidas que aumentem sua eficiência, a partir do aumento de seu rendimento, e a transparência de responsabilidade ambiental.

4.1. Análise das etapas do processo do engenho

O processo produtivo de cachaça realizado em engenho usualmente é um processo conhecido e aprendido entre as gerações de família de antigos proprietários de engenho que costumavam cultivar cana-de-açúcar e produzir seus produtos. Hoje em dia há uma maior exigência em termo de qualidade dos produtos a serem fabricados, sendo observadas modificações técnicas. Ainda assim, os produtores costumam adotar o balanço de massa similar ao processo apresentado no perfil da Figura 7. Os detalhes adotados em cada etapa do processo realizado diferenciam o produto final entre os diversos produzidos (SILVA 2011).

Figura 7 - Fluxograma de produção da cachaça



Fonte: Adaptado de MDA, 2017

4.1.1. Plantação

O cultivo da cana-de-açúcar é realizado em terras que distam menos de 100 metros do local onde é executada a produção da cachaça. O período de safra é sazonal, girando em torno de um ano entre cada safra, e o corte é realizado manualmente. No cultivo, não é feito o uso de fertilizantes agrícolas industrializados.

O uso de fertilizantes agrícolas irregularmente na plantação pode trazer graves consequências, assim como apresentado na produção de abacaxi pelos produtores da COOPAGRO – Santa Rita que realizaram inadequadamente essas práticas afetando negativamente o meio ambiente (solo e água) e a saúde humana (LINS, 2013).

O produtor faz uso do efluente gerado na produção da cachaça como adição de nutrientes no solo, visando o enriquecimento do plantio. A fertirrigação é realizada utilizando a vinhaça/vinhoto diluído, situação que favorece a P+L. Porém, as concentrações não são observadas em testes laboratoriais, necessitando a realização de análise do efluente e do solo que irá recebê-lo, pois, segundo afirmado por Moraes *et al.* (2013), seu uso indevido pode provocar o retardamento do processo de maturação da planta, reduzindo o teor de sacarose e comprometendo a qualidade final da cachaça produzida.

4.1.2. Colheita

A colheita é realizada manualmente por funcionários da empresa, sem o uso das queimadas. Ressalta-se que geralmente as queimadas são utilizadas para facilitar o corte da cana-de-açúcar, porém reduz potencialmente a qualidade da matéria-prima para fins produtivos. Além disso o Código Florestal cita em seu Art. 38º parágrafo I que “o emprego do fogo em práticas agropastoris necessita de prévia aprovação do órgão estadual ambiental competente do Sisnama...” (BRASIL, 2012). Logo o engenho em estudo encontra-se em conformidade com a legislação, e em harmonização com o meio ambiente neste quesito.

Horii *et al.* (2007) reconhecem que bons produtores mostram também que a colheita sem a queima da palhada do canavial preserva as características naturais da cana-de-açúcar, melhorando a fermentação natural do caldo.

O produtor realiza três etapas de corte consecutivos: o corte de ervas daninhas, o corte das folhas do plantio e o corte do caule da cana-de-açúcar. Posteriormente, a cana-de-açúcar é higienizada visando remover impurezas que possam ir para o caldo gerado

após a moagem. Essas práticas caracterizam assim, pontos positivos de acordo com os conceitos da P+L.

4.1.3. Moagem e Produção da Cachaça

Feita em máquina de moenda com operação automatizada por eletricidade (Figura 8), corresponde ao maior gasto de energia elétrica em todo o processo produtivo, representando mais de 50% dos custos do engenho. O produtor mantém a cana antes da moagem limpa, sem palhas e terra para evitar o aumento do volume de fibra sem que contribua no aumento da quantidade de caldo. Segundo Lima *et al.* (2014) “A cana devidamente limpa segue para o processo de moagem, tendo que ser moída em até 24h do corte para evitar a inversão da sacarose”.

Este procedimento está de acordo com o recomendado pelo Memorial econômico sanitário agroindústria de cachaça- alambique do MDA (MDA, 2017), sendo necessário para evitar complicações nas etapas seguintes do processo, tais como a redução da capacidade de fermentação e da qualidade da cachaça.

Observa-se que a eficiência desta etapa de moagem corresponde diretamente à quantidade final de produto produzido, sendo de devida importância para a P+L do engenho.

Figura 8 – Moenda instalada no engenho



Fonte: Autor, 2017.

4.1.4. Filtração e Decantação

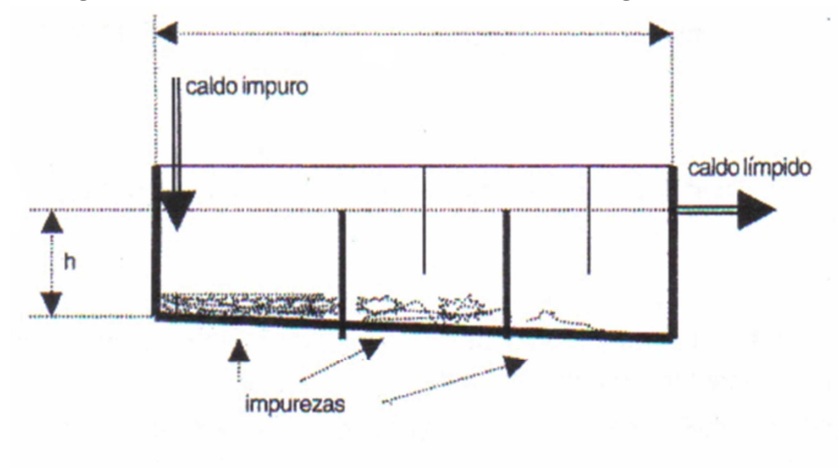
Após a moagem, o caldo da cana passa por um processo de decantação e filtração para, posteriormente, ser alocado nas dornas para a fermentação (AMPAQ, 2014; FREITAS *et al.*, 2013; *apud* LIMA *et al.*, 2014).

O caldo coletado na moagem passa por um filtro, logo após a moenda, para retenção de partículas grosseiras encontradas em suspensão no caldo, chamados bagacilhos. Se não retirados podem entupir tubulações, dificultar o tratamento do caldo e comprometer a qualidade do produto final.

Após filtrado, o caldo é direcionado, através de tubulação de PVC em escoamento por gravidade, ao processo de decantação, no qual o líquido é disposto em um sistema de chicanas com escoamento vertical, que induzem ao movimento sinuoso do caldo, facilitando a decantação e o acúmulo de partículas fazendo com que o líquido tenha uma aparência mais limpa (Figura 9).

Etapas prévias de preparação para a fermentação irão refletir na qualidade do caldo direcionado para a fermentação, correspondendo a qualidade do produto final, sendo, portanto, aspectos positivos para a P+L do engenho.

Figura 9 - Modelo de decantador utilizado no engenho estudado



Fonte: Autor, 2017

4.1.5. Diluição

Após o processo de filtração e decantação é iniciada a preparação para a fermentação, com o caldo concentrado em um recipiente utiliza-se o sacarímetro para aferir a concentração de açúcar presente no líquido que seguirá para a fermentação, o percentual de açúcar no caldo precisa estar entre uma faixa ideal próxima de 16% para a produção de cachaça.

Segundo as exigências do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, os tanques de filtragem e de diluição, as dornas de fermentação e os tanques de expedição devem ser de inox, material inerte à composição do caldo (MAPA, 2005).

Horii *et al.* (2007) afirmam que a fermentação ideal ocorre com o caldo de cana a uma concentração de 15° Brix (grau de concentração de açúcar encontrado no caldo), conforme pesquisa disponibilizada pela Associação Mineira dos Produtores de Cachaça de Qualidade. Geralmente é necessária que se faça a diluição do caldo para melhorar a padronização do processo fermentativo, que deve ser feita apenas com o uso de água potável, ficando muito na dependência do modelo de condução da fermentação adotado por cada produtor.

4.1.6. Pé-de-cuba

Pé-de-cuba é uma solução preparada com cuidados especiais para que, de acordo com recomendações do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), os microorganismos presentes atinjam determinada concentração adequada, de modo que o fermento nele se desenvolva nas condições mais favoráveis possíveis, para que, posteriormente, seja misturado com o mosto, em quantidade observada nas dornas de diluição, e domine completamente o meio, produzindo uma fermentação com características desejáveis para a produção da cachaça. É uma técnica utilizada devido a um conhecimento cultural empregado no engenho, e utilizado de forma a manter o produto final com as características intrínsecas. O rendimento e a qualidade química e sensorial da aguardente produzida dependem, em grande parte, da fermentação realizada.

O processo clássico da preparação do pé-de-cuba recicla o fermento e as leveduras decantadas no vinho, o que consiste em cerca de 17 a 20% do volume útil da dorna de fermentação, e que é deixado como “pé-de-fermentação” (pé-de-cuba) da rodada seguinte (HORII *et al.*, 2007).

4.1.7. Fermentação

O açúcar presente no caldo é transformado em álcool por meio de ação bacteriana, onde usualmente leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* realizam o processo biológico que consiste na quebra de moléculas de açúcar ($C_6H_{12}O_6$), transformando elas em duas moléculas de etanol ($2 C_2H_5OH$) e duas moléculas de gás carbônico ($2 CO_2$). A eficiência da levedura utilizada está na relação entre o açúcar consumido e o álcool produzido. Características como a velocidade de fermentação, tolerância ao álcool, rendimento, resistência e estabilidade precisam ser controladas para maior eficiência do processo.

A área de fermentação deve ter iluminação e ventilação suficiente para a boa condução dos trabalhos e o revestimento do piso não deve favorecer a contaminação microbiana. Este local deve ser mantido limpo e livre de quaisquer materiais estranhos ao processo (SORATO, VARVAKIS E HORII, 2007).

No engenho em questão esta etapa acontece em dornas de aço inoxidável alocadas em ambiente específico, permitindo um controle de temperatura e evitando o contato com qualquer contaminante que venha a comprometer o processo, compreendido entre um período de 24 a 36 horas (Figura 10).

Figura 10 - Mosto em Fermentação



Fonte: Autor, 2017

4.1.8. Destilação

O mosto fermentado resulta em um vinho com diversos componentes presentes, assim como substâncias voláteis (álcool etílico, água). Para realizar a separação do álcool do vinho produzido, o mosto segue pelo alambique (Figura 11) aquecido acima de 90°C, produzindo vapores que são condensados por resfriamento e apresentam assim grande quantidade de álcool etílico.

Figura 11 - Alambique de cobre



Fonte: Autor, 2017

A primeira e a última fração (cabeça e cauda) extraídas da destilação são ricas em substâncias indesejáveis e elevado teor alcoólico, devendo, portanto, ser eliminadas ou recicladas, pois além de serem prejudiciais à saúde do consumidor, podem comprometer o sabor da cachaça e seu desempenho nos ensaios de certificação (SORATO, VARVAKIS E HORII, 2007).

De acordo com o produtor do engenho, o volume da cachaça de cabeça é enviado para destilação em outro engenho próximo e específico, onde esse volume com alto teor alcoólico é destilado e utilizado como combustível para os automóveis da propriedade do engenho, objeto deste trabalho. Além disso, não se completa a destilação do volume da cauda, que é descartada no mesmo reservatório. Dessa forma, caracteriza-se um aumento do volume do efluente gerado no processo produtivo e um aspecto a ser melhor analisado para a P+L.

4.1.9. Repouso e Embalagem

A cachaça coletada é armazenada para descanso em tanques com capacidade de 5.000 e 10.000 litros, sendo encaminhada para embalagem após um ano de repouso (Figura 12).

Figura 12 - Tanques de armazenamento para Repouso da cachaça



Fonte: Autor, 2017

A etapa final do processo produtivo do engenho em questão consiste no envasamento da cachaça, que corresponde a cerca de 80% do volume produzido na destilação do alambique (aproximadamente 600L).

4.2. Aspectos e impactos ambientais observados

Após a análise do processo produtivo de cachaça foram identificados os aspectos e impactos ambientais que ocorrem no engenho. O Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais – LAIA (Tabela 3) foi realizado de acordo com metodologia proposta por Seiffert (2011) e a entrevista semiestruturada com o proprietário e gestor do engenho.

Tabela 3 - Levantamento de aspectos e possíveis impactos ambientais do processo produtivo

Etapas do Processo Produtivo	Aspectos Ambientais	Possíveis Impactos Ambientais observados no Engenho
Moagem	Geração de Resíduos (bagaço) Consumo de Energia Elétrica	Pode Contribuir para esgotamento/redução de recursos naturais Alteração de Fauna e Flora / Assoreamento de Corpos Hídricos
Filtração	Geração de Resíduos	Resíduos Orgânicos no Solo/Ocupação do aterro
Decantação	Geração de Resíduos	Resíduos Orgânicos no Solo/Ocupação do aterro
Diluição	Consumo de Água	Contribuir para esgotamento/redução de recursos naturais
Pé-de-cuba	Geração de Resíduo	Resíduos Orgânicos no Solo / Ocupação do Aterro
Fermentação	Geração de efluente	Alteração de fauna/flora Alteração da qualidade do solo e da água
Destilação	Geração de efluente	Alteração da Qualidade do Solo/Água

Fonte: Autor, 2017.

4.3. Análise dos aspectos ambientais em relação as diretrizes P+L

4.3.1. Água

Este recurso natural tem grande importância para a produção da cachaça, em especial nas etapas de diluição do caldo, resfriamento do alambique e diluição do vinhoto/vinhaça. Segundo o produtor, em todo o processo produtivo são utilizados cerca de 15 mil litros de água por dia em dias de produção.

No engenho em estudo, a diluição do caldo com água tratada é um processo que antecede a fermentação e tem a função de padroniza-lo com relação à concentração de açúcar encontrado. A água utilizada nesta etapa é proveniente de um sistema de tratamento por filtro de carvão ativado, sendo posteriormente realizada a desinfecção através de luzes ultravioleta, a fim de realizar a desinfecção da água. Ressalta-se que “Um dos fatores que tornaram a utilização da desinfecção UV atraente, é o custo, que a

torna competitivo economicamente se comparado com a cloração” (DANIEL et al., 2001; BASTOS, 2007; TINÔCO, 2011, *apud* SILVA, 2015); uma vez que a água fará parte do processo e pode alterar a qualidade do produto final, este nível de tratamento é adotado pelo produtor.

A etapa de destilação ocorre no alambique de cobre, que ferve o vinho produzindo vapores que são condensados por resfriamento e apresentam assim grande quantidade de álcool etílico. Essa mesma água utilizada para resfriamento do alambique, por não entrar em contato com o líquido em processo, não necessita de um alto grau de limpeza e é reutilizada para diluição do vinhoto/vinhaça em tanques ao fim da produção. Porém o produtor relata um alto índice de consumo, se tornando um ponto a ser estudando para a implementação da P+L, pois a representatividade de alto consumo pode possibilitar diversas formas de reuso.

Proposto pela CETESB em 2002 como medida de P+L, as águas utilizadas no alambique podem ser reutilizadas/recicladas no próprio processo (tomando cuidado com teor de açúcar), ou ainda em:

- Embebição da cana;
- Lavagem do mel após cristalização do açúcar;
- Geração de vapor;
- Lavagem de filtros;
- Preparo de solução para caleagem (na clarificação);

A reciclagem dessa água de resfriamento do alambique para o próprio processo poderia ser realizada por meio da instalação de uma torre de resfriamento, comumente utilizada em processos industriais. Assim como apresentado por Mancuso (2001).

4.3.2. Energia

A energia elétrica consumida no processo produtivo envolve o bombeamento dos líquidos entre as transições das etapas, a iluminação das salas e a automação do motor que corresponde a etapa da moagem da cana-de-açúcar, sendo essa a maior parte da energia consumida no engenho, correspondendo a cerca de 50% dos custos com energia elétrica pelo processo produtivo. Porém, o consumo de energia medido pela fornecedora é realizado em toda a propriedade onde se encontra o engenho produtor de cachaça, envolvendo, portanto, consumos não inclusos no processo produtivo, como por exemplo, o uso da energia nas residências dos funcionários.

4.3.3. Resíduo Sólido

A etapa de moagem representa a geração da maior quantidade de resíduos sólidos gerado em todo o processo, caracterizado pelo bagaço da cana-de-açúcar. Este bagaço após disposto no leito de secagem (Figura 13) para reduzir a umidade, e é encaminhado ao reaproveitamento na própria usina ou doado para pequenos produtores, como exemplo os criadores que frangos, que utilizam esse tipo de material para preparo da cama de granja de frango.

Figura 13 - Bagaço disposto em leito de secagem



Fonte: Autor, 2017

O bagaço da cana-de-açúcar é composto de fibra ou celulose, água, açúcares e impurezas, e sua umidade encontra-se geralmente em torno de 40 – 50%. (INNOCENTE, 2011, *apud* MORAES, 2015). Devido a suas características, o bagaço tem grande potencial energético e pode ser reutilizado de diversas maneiras. A CETESB (2002) listou algumas sugestões de reutilização como medidas de P+L:

- Cogeração de energia elétrica;
- Obtenção de composto - uso como adubo;
- Produção de ração animal;
- Produção de aglomerados;
- Produção de celulose;

Moraes (2015) destaca que a cogeração de energia é extremamente importante para que as indústrias sucroalcooleiras tenham custos mais baixos e possam atender o país em caso de crise hídrica.

No caso do engenho em estudo, o bagaço é reutilizado para queima e aumento da temperatura no alambique, favorecendo a etapa de destilação do processo produtivo da cachaça (Figura 14 – Figura 14), se tornando um aspecto positivo com base nos conceitos da P+L.

Figura 14 – Queima para o alambique



Fonte: Autor, 2017

4.3.4. Resíduo Líquido: Vinhoto

O efluente gerado na produção (vinhoto) é rico em matéria orgânica e nutrientes com alto potencial poluidor. Dessa forma, se disposto no meio ambiente sem as condições adequadas pode trazer sérias consequências, como alteração na qualidade do solo e da água.

Segundo estudos realizados, a utilização do vinhoto como fertilizante proporciona uma redução de gastos com adubos químicos, além de tornar visível os retornos tanto na qualidade da cana, quanto nos acréscimos da safra (MORO *et al.*, 2011), sendo importante para a P+L do engenho, visto que os resultados dessa atividade condizem com seus conceitos.

O produtor informou que há realização de processos de diluição desse rejeito com a água utilizada para resfriamento do alambique, buscando obter uma menor concentração de matéria orgânica no líquido e utiliza-lo como fertirrigação para o plantio (Figura 15).

Figura 15 - Reservatório de efluente gerado na produção



Fonte: Autor, 2017.

4.3.5. Produto Final

Como já dito, o produto final não contém os últimos 10% da produção da cachaça, que são separados e encaminhados para compor o chamado vinhoto/vinhaça.

Logo, aproximadamente 80% restante (volume de corpo/coração) corresponde ao volume que é levado para engarrafamento e rotulação. Ainda para corrigir eventuais defeitos de qualidade e deixar a cachaça mais limpa e com melhor aparência, a mesma é passada por uma etapa final de filtração simples por peneiras.

4.4.Recomendações com base na análise do Guia Prático para P+L

O Guia Prático para a P+L possibilitou a análise das atividades executadas no engenho (Tabela 4). A não execução destas etapas não significa que o engenho não aplique atitudes sustentáveis que visem a maior eficiência e menor geração de resíduos

em seu processo produtivo atualmente, mas que ajustes são necessários, ou seja, a realização de etapas chave são de grande importância para a implementação da P+L como estratégia ambiental para a gestão do engenho.

Tabela 4 Análise das atividades propostas pelo Guia P+L

Planejamento e Organização	Executado?	Pré-avaliação e Diagnóstico	Executado?	Avaliação	Executado?
Comprometimento do Proprietário	Totalmente	Pré-avaliação	Não	Balancos de massa e energia	Não
		Elaboração dos Fluxogramas	Não	Avaliação das causas geradoras de resíduos	Não
Sensibilização dos funcionários	Parcialmente	Tabelas quantitativas	Não	Opções de P+L	Não
		Definição dos indicadores	Não	Avaliação técnica, ambiental e econômica	Não
Formação do ECOTIME	Parcialmente	Avaliação dos dados	Não	Seleção da opção	Não
Metodologia	Não	Barreiras encontradas	Não	Implementação	Não
		Foco de avaliação	Não	Monitoramento e continuidade	Não

Fonte: Autor, 2017

De acordo com os aspectos analisados no Guia P+L, foi possível observar que o engenho tem potencial para se adaptar à realidade da P+L, uma vez que o proprietário tem interesse, em médio-longo prazo, na aplicação das atividades para a obtenção e execução dessa gestão ambiental, tornando possível a obtenção de uma futura certificação ambiental.

Entretanto se torna necessário a adoção de certas medidas para dar início a execução da P+L. Um dos principais pontos exigidos pelo Guia P+L é a quantificação das matérias utilizadas. Para isso sugere-se as seguintes ações (Tabela 5).

Tabela 5 Recomendações para o Guia P+L

	Ação	Local	Quantificação
Água	Inserir medidor de vazão Torre de resfriamento	Nas etapas de Diluição e Resfriamento do alambique	$\text{m}^3.\text{dia}^{-1}$
Energia	Quantificar separadamente	Moenda	$\text{Kw}.\text{dia}^{-1}$
Resíduo Sólido	Realizar pesagem	Bagaço gerado	Kg
Efluente	Inserir medidor de vazão	Pontos de descarte	$\text{m}^3.\text{dia}^{-1}$
Caldo	Inserir medidor de vazão	Entre as etapas do processo produtivo	$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
Cana-de-açúcar	Realizar pesagem	Antes da moagem	Kg

Fonte: Autor, 2017.

A adoção destas medidas irá beneficiar o engenho de maneira a quantificar todas as etapas do seu processo produtivo, facilitando a realização de etapas cruciais para balanço de massa e conhecimento da eficiência entre as etapas, e a eficiência global.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados, os meios produtivos adotados pelo engenho estudado são desenvolvidos com práticas consideradas ambientalmente aceitáveis. A realidade do engenho requer algumas adaptações no processo produtivo para melhorias, além da aplicação de objetivos que busquem avanços tecnológicos e econômicos.

Foram identificados alguns pontos cruciais para a atuação da P+L: a geração de efluente líquido (vinhoto), a água utilizada no resfriamento do alambique, que apresenta grande consumo em dias de funcionamento, e a quantificação dos recursos utilizados para a realização do balanço de massas.

A metodologia P+L apresentada foi proposta em 1989 e, se aplicada, terá efeitos positivos nas atividades ocorrentes no engenho, e possibilitará redução de custos e resíduos gerados, obtenção de ganhos, e fácil acesso a outros modelos de gestão ambiental mais atuais, assim como a certificação ambiental junto a norma ISO 14001.

O proprietário mostrou interesse com relação às questões ambientais e tem intenção futura em tornar o seu processo produtivo mais eficiente de acordo com os conceitos apresentados pela P+L.

Esta pesquisa contribuiu para o esclarecimento ao produtor quanto às possibilidades e oportunidades que a atividade praticada em seu empreendimento podem atingir, e reinterou a importância que o desenvolvimento sustentável tem para que possa se evoluir com equilíbrio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, Monitoramento de Pluviometria dos Municípios, Disponível em <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarAnosChuvasAnuais>>. Acessado em 10/05/2017.

ALAGOA GRANDE – PB. História do Município. Disponível em: <<http://www.alagoagrande.pb.gov.br/historia/>>. Acessado em 27/03/2017).

ALVARENGA, Rafael Pazeto. QUEIROGA, Timóteo Ramos de. Produção mais Limpa e Aspectos Ambientais na Indústria Sucroalcooleira. In: **INTERNATIONAL WORKSHOP | ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION**, 2. 2009, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001/2004: sistema de gestão ambiental: especificações e diretrizes para o uso. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL, Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acessado em 13/05/2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n. 13, de 29 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 30 junho, 2005

CENTRO BRASILEIRO DE REFERÊNCIA DA CACHAÇA (CBRC). **Números da Cachaça**. Disponível em: < <http://www.expocachaca.com.br/numeros-da-cachaca.php> >. Acessado em 10/05/2017.

CETESB. A Produção Mais Limpa (P+L) no Setor Sucroalcooleiro – informações gerais. São Paulo, 2002. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Adubacao_organica_producao_mais_limpaID-37HFh1RpEg.pdf>. Acessado em 08/05/2017.

CETESB. A Produção Mais Limpa (P+L) no Setor Sucroalcooleiro – informações gerais. São Paulo, 2002. Disponível em <<http://login.semead.com.br/19semead/arquivos/768.pdf>>. Acessado em 09/05/2017.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2001), “Manual de questões ambientais e Produção Mais Limpa”, Aposila. Porto Alegre, 60p. Disponível em <<http://cebds.org/wp-content/uploads/2016/09/Guia-Pra%CC%81tico-de-PmaisL.pdf>>. Acessado em 10/05/2017.

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, O Relatório de Brundtland – Nosso Futuro Comum. (CMMAD), 1991.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). ACOMPANHAMENTO DE SAFRA BRASILEIRA. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_12_17_09_03_29_boletim_cana_portugues_-_3o_lev_-_15-16.pdf>. Acessado em 10/05/2017.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Guia da produção mais limpa: faça você mesmo**. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufa.br/Downloads/guia-da-pmaisl.pdf>>. Acessado em 09/05/2017.

CUNHA, Christian Santana et al.. ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL EM PEQUENAS PADARIAS: O CASO DA CIDADE DE SÃO GABRIEL-RS. **II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Londrina, p.1-7, nov. 2011.

FERNANDES, José Luiz et al.. A METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO AMBIENTAL. **Projectus**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.18-23, mar. 2016.

FERNANDES, José Luiz et al.. UM ESTUDO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO AMBIENTAL. **Augustus**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 39, p.52-64, jun. 2015.

GOMES, Luvânia Dias; LIMA, Leonardo Bezerra; FRANCO, Eldelita Águida Porfírio. GESTÃO AMBIENTAL CORPORATIVA: ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L). **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p.83-100, nov. 2016.

GONÇALVES, Cristiane Paulino Gomes. RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL COMO FATOR DE COMPETITIVIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL, Dissertação de Mestrado, **Universidade de Coimbra**, junho de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Indicadores Sociais e Municipais, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/indicadores_sociais_municipais/tabela1a.shtm> Acessado em 10/05/2017.

LIMA, Ervelyn Crislaine Ferreira de Melo et al.. INDÍCIOS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CACHAÇA TRIUMPHO: UM ESTUDO NO ENGENHO SÃO PEDRO. **XVI Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, São Paulo, p.1-16, dez. 2014.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. REÚSO DE ÁGUA PARA TORRES DE RESFRIAMENTO. São Paulo; FSP/USP; 18 p. 2001.

MARTINS, Maria Rosa Selvati; SILVA, José Geraldo Ferreira da. O sistema de gestão ambiental baseado na ISO 14000: Importância do instrumento no caminho da sustentabilidade ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p.1460-1466, dez. 2014.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA 2005.

MORAES, Scarllet O'hara de Oliveira. COGERAÇÃO NO SETOR SUCROALCOOLEIRO A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO ENERGÉTICO DA BIOMASSA DO BAGAÇO DE CANA. **UFPB**, Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em Dezembro de 2015.

MORAIS, M. P. de; OLIVEIRA, J. M. S. R.; SOUZA, M. F. de; SILVA, A. R. Diagnóstico ambiental da produção de aguardente em uma cooperativa dos produtores de cachaça de alambique na região calcária do centro-oeste de Minas Gerais. **Conexão ci.: r. cient. UNIFOR-MG**, Formiga, v. 8, n. 1, p. 103-118, jan./jun. 2013.

MORO, Carla Cristina et al.. UTILIZAÇÃO DA VINHAÇA COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DA CANA DE AÇÚCAR. **Unilins**, São Paulo, v. 1, n. 7, p.1-5, jun. 2011.

OLIVEIRA, Fábio Ribeiro de; GAMEIRO, Danton Heleno. Avaliação de Oportunidades de Produção Mais Limpa em uma Indústria Moveleira. **Sistemas & Gestão**, Revista Eletrônica, v. 9, n. 3, p.290-297, 2014.

OLIVEIRA, Maria Marta Araújo Leal et al.. ANÁLISE DOS MECANISMOS OPERACIONAIS PARA UMA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NOS ENGENHOS DA REGIÃO DO BREJO PARAIBANO. **XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Belo Horizonte, 2011.

SEIFFERT, M.E.B. ISO 14001 sistemas de gestão ambiental. São Paulo: Atlas, 2011.

SILVA, André Luiz Emmel et al.. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA P+L NA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS DENTRO DAS EMPRESAS DE BENEFICIAMENTO DE TABACO. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p.97-102, Jul/Dez, 2014.

SILVA, Fabiana L. DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE CACHAÇA NO MUNICÍPIO DE PARACATU. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 9, n. 2, p. 201-207, abr-jun 2014.

SILVA, M. C. V. G.; MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S. Avaliação do processo produtivo da cachaça de alambique do Engenho Pé de Serra à luz da Produção Mais Limpa. **In: Anais...XVI Seminários em Administração – XVI SEMEAD**, 2013. Disponível em:
<http://semead6.tempsite.ws/16semead/resultado/an_resumo.asp?cod_trabalho=213>.
Acessado em 15/05/2017.

SILVA, M. C. V. G.; MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S. Avaliação do processo produtivo da cachaça de alambique do Engenho Pé de Serra à luz da Produção Mais Limpa. **In: Anais...XVI Seminários em Administração – XVI SEMEAD**, 2013. Disponível em:
<http://semead6.tempsite.ws/16semead/resultado/an_resumo.asp?cod_trabalho=213>
Acessado em 23/05/2017.

SILVA, Pedro Josapaht Rodrigues de Sousa. **AGROINDÚSTRIA E PRINCÍPIOS AMBIENTIAIS PARA SUSTENTABILIDADE: estudo de caso com os produtores de cana-de-açúcar que produzem cachaça de modo informal e formal, nos engenhos do município de Alagoa Nova-PB**. 2011. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Direito, UEPB, Campina Grande, 2011.

SORATTO, Alexandre Nixon; VARVAKIS, Gregorio; HORII, Jorge. A CERTIFICAÇÃO AGREGANDO VALOR À CACHAÇA DO BRASIL. **Cienc. Technol. Aliment.**, Campinas, v. 4, n. 27, p.681-687, dez. 2007.

VALLE, Cyro Eyer do. QUALIDADE AMBIENTAL ISO 14000, Editora Senac, São Paulo, 5ª ed. 2004.