

Avaliação do processo produtivo da cachaça de alambique do Engenho PédeSerra à luz da Produção Mais Limpa

MARIA CÉSAR VASCONCELOS GALDINO SILVA

Universidade Federal de Campina Grande
mcvgs@uol.com.br

DAYANNA DOS SANTOS COSTA MACIEL

Universidade Federal de Campina Grande
dayanna-costa@hotmail.com

LUCIA SANTANA DE FREITAS

Universidade Federal de Campina Grande
luciasf@ch.ufcg.edu.br

Avaliação do processo produtivo da cachaça de alambique do Engenho PédeSerra à luz da Produção Mais Limpa

1. INTRODUÇÃO

A cachaça é considerada a terceira bebida mais consumida em todo mundo. Dados do Instituto Brasileiro da Cachaça apontam que atualmente são processados 1,2 bilhão de litros da bebida, por 40 mil produtores, 99% deles de pequeno porte. Ao todo são quatro mil marcas registradas, que respondem por 86% do consumo de destilados. O setor da cachaça é responsável pela geração de mais de 600 mil empregos, diretos e indiretos, sendo os estados brasileiros que mais se destacam na produção da cachaça São Paulo, Pernambuco, Ceará, Minas Gerais e Paraíba. Apesar de estar em crescente ascensão, o mercado internacional ainda é tímido absorvendo apenas 1% de sua produção, exportado para mais de 60 países (IBRAC, 2008).

Como bebida típica do Brasil, a cachaça teve sua legitimidade atestada através da Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e a fiscalização de bebidas, e complementada pelo Decreto nº 4.072/ 2002 (BRASIL, 2002). No entanto, somente em 2012, dez anos depois, após acordo firmado entre Brasil e Estados Unidos, passou a ser reconhecida como um produto exclusivo e genuinamente brasileiro (BRASIL, 2012).

Diante do exposto observa-se que a produção da cachaça possui grande relevância no contexto econômico (mercado em expansão) e social (geração de empregos) brasileiro, contudo, pode ser fonte geradora de diversos impactos ambientais significativos. Estes impactos estão associados ao fato da cachaça ter como principal matéria-prima a cana de açúcar, recurso que ao ser produzido inadequadamente em longa escala pode gerar danos ao meio ambiente, como por exemplo o desgaste do solo, e em seu processo produtivo ter um alto consumo de água e a geração de resíduos. No que tange ao consumo da cana de açúcar, tem-se que para produzir um litro de álcool em uma destilaria são necessários em torno de 12 kg de cana (SPADOTTO, 2008); quanto o uso e consumo da água esse é presente tanto no produto como na limpeza e manutenção das máquinas integradas ao processo produtivo; e no pertinente aos resíduos do processo produtivo tem-se que o processamento de cana nas usinas e destilarias para a produção de açúcar e álcool, geram anualmente no Brasil cerca de 320 bilhões de litros de vinhaça, 88 milhões de toneladas de torta de filtro e 92 milhões de toneladas de bagaço (principais resíduos), números que tendem a aumentar devido ao incremento no mercado consumidor de álcool, a expansão das lavouras de cana-de-açúcar e o funcionamento de novas unidades agroindustriais.

Em vista a relevância econômica e social da produção da cachaça, bem como os impactos ambientais gerados, torna-se evidente a necessidade da adoção de ferramentas de gestão ambiental que venham a contribuir para melhora do processo produtivo das empresas deste setor, em busca de uma produção mais sustentável. Neste sentido destaca-se a Produção mais Limpa (P+L).

Na perspectiva da gestão ambiental, a Produção mais Limpa (P+L) é um modelo de produção que estimula os conceitos e objetivos do desenvolvimento sustentável. Essa ferramenta incorpora mudanças no processo produtivo da empresa, por meio de medidas que priorizam o uso de matérias-primas de fontes renováveis, para gerar o mínimo de resíduos e emissões que causem danos ao meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2009). A Produção mais Limpa tem relevância devido ao fato de possibilitar, através de seu uso, o conhecimento a fundo das origens dos resíduos poluidores do meio ambiente, dando a possibilidade de se reduzir na fonte de geração os rejeitos de produção, além de eliminar desperdícios, minimizar ou eliminar matéria-prima e outros insumos impactantes para o ecossistema. A P+L é de fácil

aplicação e adaptação às particularidades de cada setor. Por este motivo, o presente estudo tem como objetivo analisar o processo produtivo do Engenho PédeSerra, tomando como base teórica o modelo de P+L proposto pelo CNTL (2003). Justifica-se por contribuir com a disseminação da ferramenta P+L e incentivo a sua aplicação nas empresas produtoras de cachaça, evidenciando os possíveis benefícios a serem obtidos por tais organizações através do aperfeiçoamento de suas atividades produtivas assim como a redução dos impactos causados por estas atividades.

Este artigo estrutura-se da seguinte forma, demais da presente: Introdução, referencial teórico apresentando a cachaça e seu processo de fabricação, bem como a ferramenta Produção mais limpa (P+L); Metodologia, caracterizando o tipo de pesquisa, e coleta de dados; Análise dos Resultados, destacando a avaliação do processo produtivo; e Conclusões.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A cachaça e seu processo de fabricação.

A produção da cachaça corresponde a o setor Sucroalcooleiro, cujo qual representa uma das grandes forças econômicas e de produção de bens em muitos Estados brasileiros. Atualmente o Brasil tem 30 mil fabricantes de cachaças sendo São Paulo o maior produtor de cachaça industrial e Minas Gerais o maior de cachaça artesanal com mais de 8.500 alambiques e 200 milhões de litros por ano. O brasileiro bebe cerca de 11 litros/ano de cachaça, sendo esses números superado apenas pelo consumo de cerveja, uma bebida fermentada (ALAMBIQUE DA CACHAÇA, 2009).

A cachaça é uma bebida que vem ganhando espaço a cada dia em nosso cotidiano, criada a partir da cana-de-açúcar e passando por vários processos, hoje é classificada como uma bebida destilada. Antes marginalizada, a cachaça alcançou patamares diversificados e atualmente é considerada do grupo das bebidas exóticas.

Os egípcios foram os primeiros a fazerem a fermentação, sendo este um dos estágios de sua produção. Os gregos também utilizaram a cachaça em sua história, mais conhecida como “água que pega fogo” ou “água ardente”, até então uma bebida fermentada. Ela também foi para as mãos dos alquimistas que acreditavam que a bebida tinha propriedades místico-medicinais. A expansão do Império Romano leva a “água ardente” por toda a Europa e para o Oriente Médio, cabendo aos árabes a invenção de equipamentos de destilação muito parecidos com os utilizados até hoje, tecnologia que vem sendo bastante difundida em vários países desde então (SANTOS & SALES, 2013). Os portugueses absorvem a tecnologia de destilação criada pelos árabes e iniciam a destilação do bagaço da uva, produzindo a bagaceira, que bem pode ter sido o embrião para o surgimento da nossa cachaça.

Entre 1533 e 1548, num engenho da Capitania de São Vicente, surge o vinho de cana de açúcar chamado de “Garapa Azeda”. Inicialmente colocada nas cocheiras para os animais, a bebida passa rapidamente a ser servida também aos escravos pelos senhores de engenho, que a denominavam “cagaça”. A cachaça, propriamente dita, surgiu das sobras do caldo da cana de açúcar que os escravos deixavam no moinho do engenho de um dia para o outro, o qual sofria fermentação e transformava-se em um líquido de sabor apazível que causaria um efeito de embriaguez. Os senhores de engenho ao descobrirem as qualidades e reações da referida bebida tornaram-na popular ao ofertá-la para seus escravos com o fim de disfarçar o cansaço e assim aumentar a produtividade. Desta feita, com o passar do tempo a cachaça ganhou notoriedade e deixou de ser consumida apenas pelos negros, sendo sua produção aperfeiçoada e adquirindo certa representatividade econômica para o Brasil colônia. Em 1819 já se considerava a cachaça como a bebida do país (NUNES & NETA, 2010).

Basicamente, a cachaça é processada de duas formas distintas: industrialmente e artesanalmente, em destilarias ou em alambiques. Como destilaria denominam-se as unidades produtoras de álcool ou aguardente em larga escala. Já os alambiques são as pequenas destilarias que produzem exclusivamente a cachaça (OLIVEIRA *et al.*, 2010). No segmento industrial, o processo produtivo é realizado em grandes empresas modernizadas, sob controle técnico. A cana-de-açúcar utilizada é colhida com máquinas, após a queima das folhas no campo, e transportada em grandes caminhões até as moendas. Ali é extraído o suco da cana, que passa então por uma fermentação de apenas seis horas, no qual se usam catalisadores químicos que aceleram o processo.

No segmento artesanal, as cachaças são processadas em empresas tipicamente familiares, em baixa escala de produção, configurando-se como uma atividade tradicionalmente rural, utilizando a cana-de-açúcar cortada a mão, sem a queima das folhas. O processo de fermentação, que pode levar de 24 a 30 horas, é peculiar, utilizando-se fermentos produzidos no próprio alambique de maneira totalmente natural (NUNES & NETA, 2010). A grande vantagem da cachaça artesanal em relação à industrial é o aroma e o buquê enquanto a vantagem da industrial em relação à artesanal é a padronização do produto. A produção de cachaça artesanal tem grande potencial de crescimento, e isto se deve ao aumento tanto do consumo interno quanto às exportações.

A cadeia produtiva da cachaça envolve desde a plantação e colheita da cana-de-açúcar, passando pelos processos de moagem, fermentação, destilação e embalagem até chegar às mãos do consumidor; sendo, portanto, constituída das etapas de produção agrícola, processamento e comercialização. A seguir estão descritas as fases de processamento da cachaça consideradas neste estudo:

- **Moagem:** Processo para obtenção do caldo de cana. O tempo ideal para moagem da cana é de até 12 horas após o corte, sendo que nunca deverá ultrapassar 48 horas. Durante esta fase é importante o uso de um filtro para recolher os bagacilhos presentes no caldo, já que estes, quando chegam até o processo de fermentação, resultam no aumento do teor de metanol.

- **Fermentação:** O caldo da cana pode apresentar teores diferenciados de açúcar em função do tipo de cana utilizada, tornando-se obrigatória a correção da concentração de açúcar por volta de 15° brix, que é ideal para fermentação. É nesta etapa, que acontece em recipientes chamados dornas, que os açúcares do caldo de cana se transformam principalmente no vinho a ser destilado. Como a cachaça artesanal não permite o uso de aditivos químicos, a água potável, o fubá de milho e o farelo de arroz são os ingredientes que se associam ao caldo da cana para transformá-lo em vinho com graduação alcoólica, através da ação das leveduras (agentes fermentadores naturais que estão no ar). A sala de fermentação precisa ser arejada e manter a temperatura ambiente em 25°C. As dornas, onde a mistura fica por aproximadamente por 24 horas, podem ser de madeira, aço inox, plástico ou cimento.

- **Destilação:** Durante o processo de fermentação é produzido o vinho de cana com baixa concentração de etanol. Para adequar a bebida à concentração alcoólica nos níveis previstos em lei, o líquido é fervido dentro de um alambique de cobre, que por ação de fogo direto ou por vapor de caldeira, evapora. Neste ponto, os vapores menos voláteis voltam ao estado líquido e os álcoois, por serem mais voláteis, seguem por uma serpentina que resfriada faz o vapor tornar ao estado líquido já como cachaça. A primeira saída constituída dos primeiros 10% produzidos constitui-se a “cabeça” e são impróprios para consumo em virtude do alto teor alcoólico. A segunda saída é o “coração”, formado por cerca de 80% do produto e é a cachaça ideal que pode ser consumida. A terceira saída, os 10% restantes, é chamada “cauda” ou “caxixi” e também é descartada em virtude do baixo teor alcoólico (NETO & FREITAS, 2012).

- **Envelhecimento:** A fim de aprimorar o sabor e o aroma da cachaça, atribuindo-lhe características de uma bebida com maior valor agregado, realiza-se o processo de envelhecimento; este pode ser feito em barris de aço inox, que não alteram as características da cachaça, ou em barris de madeira, que permitem alterações desejadas na cor, no aroma ou no sabor.

- **Envase e Rotulagem:** Findo o tempo de envelhecimento da bebida, a cachaça será envasada. Normalmente são utilizadas garrafas de 600 ml ou de 1 litro de vidro ou de cerâmica, que são fechadas com rolha, tampa metálica ou conta-gotas. Em seguida, o vasilhame é rotulado e pode ser destinado à comercialização.

Todo o processo produtivo da cachaça pode ser observado na Figura 1 a seguir:

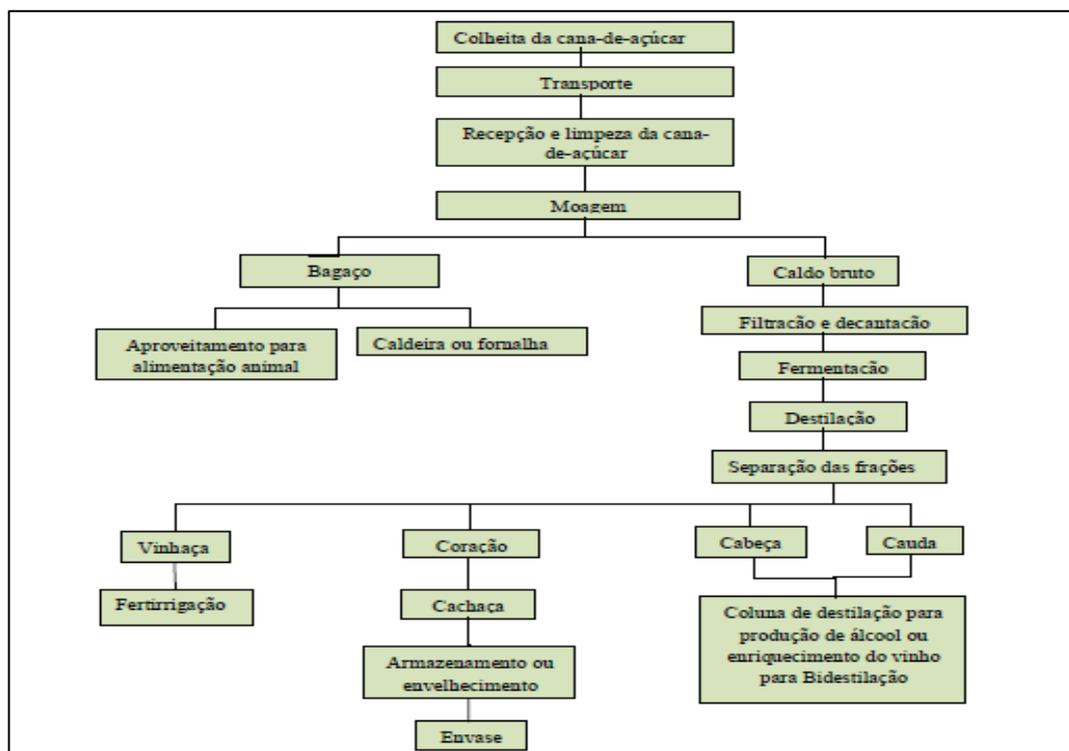


Figura 1 – Etapas do processo produtivo da cachaça.
Fonte: Melo et al., 2012.

A figura 1 apresenta de forma geral as etapas do processo produtivo da cachaça independentemente dela ser fabricada de forma artesanal ou industrializada. Contudo verifica-se que tal processo de fabricação é fonte geradora de diversos impactos ambientais, os quais são comuns as demais tipos de fábricas do setor sucroalcooleiro. Dentro desta perspectiva observa-se que as fábricas de açúcar e álcool, desde muito tempo, vêm desenvolvendo e implantado medidas que minimizam os impactos ambientais decorrentes de sua atividade produtiva, mostrando experiências bem sucedidas especialmente na gestão de resíduos das usinas e destilarias (CETESB, 2002).

Entre estas medidas de gestão de resíduos destacam-se: uso da torta de filtro (material orgânico sólido obtido da produção de açúcar) na adubação dos canaviais; utilização do bagaço da cana na geração de energia em unidades industriais, permitindo que estas não consumam energia elétrica das redes de distribuição; e aproveitamento da vinhaça (principal efluente residual do processo) na irrigação e fertilização de lavouras de cana-de-açúcar. Apesar de tais medidas mostrarem que algo que era fonte geradora de impacto pode passar a ser componente fundamental dos sistemas de custos de produção das empresas, estas podem ser ampliadas do ponto de vista da gestão ambiental, através de ferramentas que possibilitam

ganhos econômicos, ambientais e sociais. Dentro desta perspectiva, destaca-se a Produção mais Limpa no tópico a seguir.

2.2. Produção Mais Limpa (P+L)

Em vista a relevância econômica e social da produção da cachaça, bem como os impactos ambientais gerados, a adoção de ferramentas de gestão ambiental tem muito a contribuir no que diz respeito à melhora do processo produtivo das empresas deste setor, buscando ganhos econômicos e ambientais. Neste sentido destaca-se a Produção mais Limpa (P+L).

De acordo com a UNEP (United Nations Environmental Programme), Produção Mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços, para aumentar a eficiência ambiental e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Desta forma, aplica-se a processos produtivos, produtos e serviços.

Com relação aos processos produtivos pode ser aplicada na conservação de matérias-primas, água e energia, na eliminação de matérias-primas tóxicas e na redução na fonte da quantidade e toxicidade dos resíduos e emissões gerados. Enquanto que nos produtos é utilizada na redução dos impactos negativos dos produtos ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas até a sua disposição final. No que concerne aos serviços, volta-se para a incorporação das questões ambientais no planejamento e execução dos serviços (CETESB, 2002).

A adoção de processos de Produção mais Limpa e de Tecnologias Limpas são instrumentos eficientes e eficazes que geram uma série de benefícios, entre estes Villela Júnior e Demajorovic (2006) destacam: economia de recursos; melhoria do desempenho da empresa com relação às questões ambientais; aumento da eficiência e competitividade; promoção da imagem da empresa; redução de acidentes ambientais; melhoria da conservação dos recursos naturais; etc.

Entretanto, mesmo diante dos benefícios proporcionados pela adoção de P+L, nem todas as empresas conseguem fazer uso de tal ferramenta, em decorrência da não superação de algumas barreiras conceituais, organizacionais, técnicas, econômicas, financeiras e políticas, apontadas pelo CNTL (2005). Com o intuito de minimizar tais barreiras, o CNTL criou uma metodologia de P+L que pode ser aplicada em qualquer setor industrial, composta de cinco etapas e apresentadas na Figura 2. Esta metodologia favorece a redução do uso de água, energia e matérias-primas, otimiza os processos para evitar desperdícios, e reduz a poluição através da minimização de resíduos. Este processo de racionalização leva a uma economia significativa, bem como induz a um processo de inovação dentro da empresa (SENAI, 2003).



Figura 2 – Cinco fases da Produção Mais Limpa
Fonte: SENAI, 2003.

Por fim, vale a pena salientar que a P+L parte do princípio de que uma empresa ou um processo para ser competitivo deve ser economicamente rentável, ambientalmente compatível e socialmente justo. Cumprindo estes três pilares, estará sendo ecoeficiente e criando as condições básicas para a sua permanência no mercado. Ao analisar o quanto de entradas são convertidas em produto e em resíduo e quanto de insumos é necessário durante a produção, pode-se determinar se o processo é ou não eficiente. Sendo assim, um dos objetivos da P+L é a melhoria do desempenho ambiental de uma empresa (SENAI, 2003).

Uma vez apresentados os fundamentos teóricos que nortearão o estudo, em seguida são apresentados os aspectos metodológicos utilizados na pesquisa.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa, diante do objetivo proposto de analisar o processo produtivo do Engenho PédeSerra, tomando como base teórica o modelo de P+L proposto pelo CNTL (2003), especificadamente as fases de pré-avaliação e avaliação, classifica-se como exploratória e descritiva. Exploratória por explorar um tema ainda em construção e com um número relativamente baixo de trabalhos realizados na área (HAIR JR. *et al*, 2005). Descritiva por buscar descrever as características de determinada população ou fenômeno, bem como estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza, sem o compromisso de explicá-los (VERGARA, 2000).

Para a devida operacionalização da pesquisa, utilizou-se o estudo de caso, tendo como caso escolhido o Engenho PédeSerra (nome fictício), localizado na cidade de Areia-PB, tendo como foco o processo produtivo da cachaça, a partir da recepção da cana de açúcar até o envase do produto. Segundo Yin (2005), o estudo de caso trata-se de uma forma de se fazer pesquisa investigativa de fenômenos atuais dentro de seu contexto real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidos. Para Neves (1996), o estudo de caso é a análise profunda de uma unidade de estudo.

Para tanto, utilizou-se de dados primários e secundários. Para coleta de dados em fontes primárias optou-se pelo uso de entrevistas semi-estruturadas e observação não participante. As entrevistas foram realizadas com a auxiliar administrativa do Engenho e dois funcionários que trabalham no processo produtivo, com duração de 1h cada; quanto à observação não participante ficou a cargo da pesquisadora, tendo como objetivo a identificação de fatores importantes para o estudo, tais como: ambiente de chão de fábrica, resíduos dispostos no pátio, desperdícios durante e produção, manuseio de matéria-prima e produtos acabados, etc. Foram feitas três visitas ao Engenho PédeSerra, realizadas entre os meses de fevereiro e março de 2013.

Para a coleta de dados de fonte secundária, optou-se por um levantamento através de pesquisa a relatórios, artigos, e estudos realizados na produção de cachaça e no setor sucroalcooleiro, a fim de conhecer e descrever o setor. O objeto de estudo se encontra inserido além de documentos, relatórios existentes na empresa, planilhas de controle de produção, etc. a fim de analisar e descrever melhor o processo produtivo e identificar as oportunidades de P+L.

O trabalho desenvolveu-se por meio de pesquisa qualitativa que, de acordo com Godoy (1995), não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo. Os dados analisados são referentes à safra do mês de outubro do ano de 2012 por ser um período de grande produção.

Uma vez explicitados os aspectos metodológicos que deram suporte a pesquisa, a seguir serão apresentados e analisados os dados obtidos.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Engenho PédeSerra

O engenho que produz e engarrafa a cachaça PédeSerra, está localizado na zona rural do Município de Areia, na microrregião do Brejo Paraibano, tendo dado início as suas atividades há dezenove anos, produzindo aguardente apenas para o consumo dos familiares e dos amigos mais próximos.

Em 1994, após receber uma herança, o casal proprietário da PédeSerra decidiu comprar um engenho. Com a falta de recursos financeiros para adquirir máquinas apropriadas para a confecção da cachaça, os empresários tiveram que improvisar, ao ponto de serem utilizados desde um secador de cabelo a um moedor de carne como maquinário no processo produtivo.

Através de uma história de perseverança e boa administração de seus proprietários, a empresa familiar foi crescendo e atualmente conta com 45 funcionários diretos e engarrafa mensalmente cerca de 250 mil unidades de 300 ml do produto tradicional, comercializando toda a produção apenas no Estado da Paraíba.

O Engenho PédeSerra produz o ano inteiro, entretanto, o mês de junho serve para a manutenção dos equipamentos e por isso, nesse mês, só funciona o engarrafamento – já que a cachaça descansa entre 6 e 18 meses em barris ou depósitos de plástico – a sabor tradicional, para depois ser engarrafada.

Além da produção da cachaça, o Engenho PédeSerra conta com a visita de turistas desde 2006, recebendo atualmente entre 150 a 300 pessoas por semana. O Engenho PédeSerra na cidade de Areia é um dos exemplos de roteiro criativo do brejo paraibano, onde o turista além de conhecer o funcionamento de um engenho, é convidado para uma degustação do seu produto final, a cachaça, bem como de outros produtos associados, como o sorvete da bebida.

4.2. O Processo Produtivo no Engenho PédeSerra

O processo de fabricação da cachaça PédeSerra segue os padrões de produção do tipo alambique, mais conhecido como cachaça artesanal, já descrito anteriormente, primando sempre pela qualidade do produto, desde a obtenção da matéria prima até o engarrafamento e sua distribuição. Neste estudo, considerou-se o processo produtivo a partir da recepção da cana-de-açúcar, visto que a produção da mesma no engenho é bem inferior à quantidade utilizada para produzir a cachaça, não atendendo, portanto, às necessidades da empresa. Cerca de 80% da matéria prima utilizada é obtida externamente, pela compra direta de produtores da região, estimulando assim a economia local.

- a. **Recepção da cana-de-açúcar:** no período de alta temporada o engenho recebe por dia cerca de 30 toneladas de cana-de-açúcar, que chegam ao engenho através de caminhões. A matéria prima já vem limpa, sem pontas, e ao chegar é pesada e descarregada pelos próprios funcionários no pátio calçado com paralelepípedo, junto à moeda.
- b. **Moagem:** a seguir, a cana passa por um processo de esmagamento para extração do caldo de cana, onde é colocada de forma manual em uma esteira que a conduz a dois conjuntos de moendas, ver Figura 3, passando por três filtros para retenção dos bagacilhos. Depois de passar no primeiro filtro, é recolhida uma amostra do caldo e com base no brix é adicionado água à cana entre a primeira e a segunda moenda em

quantidade suficiente para manter o brix entre 15° e 16°. Ao final, o caldo obtido é diretamente depositado em um decantador de inox, fechado e interligado às dornas que farão a fermentação do mesmo. O bagaço resultante da moagem é recolhido e, juntamente com os bagacilhos retidos nos filtros, levados por trator e expostos ao sol para secagem, onde 80% são utilizados na queima dos alambiques e 20% vendidos a agricultores da região. A água é fornecida por dois poços amazonas, bombeada até uma caixa onde passa por um filtro de areia e um clorador, retornando à unidade de produção por gravidade. Cada moenda tem capacidade para 100 ton de cana/dia.

- c. Fermentação:** o caldo extraído na moagem passa por um processo de descanso, onde as leveduras adquiridas de forma natural (fermento) transformam o açúcar em álcool. Este processo acontece em 15 dornas, em sua maioria feita de filtro de vidro, com capacidade para 3.000L. O transporte entre a etapa anterior e a atual é feito por meio de tubulações, sendo impulsionado pela gravidade. A primeira fermentação após uma entressafra tem duração de sete dias, tendo como resultado final 80% de vinho, que será destilado a seguir, e 20% de fermento - “pé-de-cuba”, que será reutilizado no processo, diminuindo assim a duração da fermentação para 24h. O abastecimento das dornas é feito de forma lenta e gradual, para evitar o transbordo excessivo e o afogamento das leveduras. As dornas são higienizadas com água, sempre que necessário durante o dia, para evitar contaminação, e com cal quando estão vazias. Esta lavagem é realizada, geralmente, quando o teor de fermento encontra-se muito elevado ou ao final de uma safra, sendo o fermento descartado utilizado como adubo. A lavagem das dornas não foi considerada neste estudo.
- d. Destilação:** o vinho produzido no processo de fermentação é canalizado para os alambiques que são do tipo chaleira, ver Figura 3, com capacidade total de 6.800 litros de cachaça/dia, construídos em cobre, onde estes, quando aquecidos por fogo direto, possibilitam a evaporação do álcool que será transformado em cachaça através de uma serpentina submersa em água e localizada no condensador, indo do estado gasoso para o líquido. Neste ponto, 10% daquilo que é produzido são chamados de “cabeça”, impróprios para consumo em virtude do alto teor alcóolico, sendo transformados em álcool combustível na própria empresa e utilizados na propriedade. A segunda saída, cerca de 80%, é conhecida como “coração”, configurando-se como a cachaça propriamente dita e boa para consumo. A terceira saída, os 10% restantes, é chamada de “cauda”, não sendo comercializada em virtude do baixo teor alcóolico, voltando ao processo na próxima alambicagem. Os alambiques são lavados semanalmente com uma bomba de alta pressão e suas serpentinas com uma solução de ácido cítrico. Quando não estão em funcionamento, são preenchidos com água para evitar a oxidação do cobre. A água utilizada nesta fase é levada através de tubulação para uma torre externa, feita de madeira, onde será resfriada e filtrada, voltando a seguir para o processo de produção. O material referente à fração residual do alambique é chamado de vinhoto e corresponde a 82 % do vinho a ser destilado, sendo utilizado pela empresa na adubação da cana produzida no engenho.



Figura 3 – Moendas e Alambiques

Fonte: Blog Areia - um universo biológico dentro do nosso Estado, 2013.

- e. **Armazenamento:** a cachaça PédeSerra é descansada, no mínimo, por seis meses antes de ser engarrafada. Após a destilação a cachaça resultante é coletada em pequenos baldes de plástico de 15L, sendo transportada manualmente para recipientes maiores, e posteriormente bombeada para reservatórios de polietileno de 10.000 litros, para ser descansada, e a seguir homogeneizada através de uma bomba centrífuga e levada por tubulação para ser engarrafada. Este processo ocorre desta forma apenas com a cachaça tradicional, produzida em grande quantidade pela empresa, visto que os outros tipos de cachaça são produzidos em menor quantidade, sendo descansadas em outro tipo de reservatório (barris de madeira, por exemplo) e a etapa de engarrafamento realizada manualmente. Todos os reservatórios são identificados por etiquetas com a data de sua homogeneização para futura formação do lote. Durante esta etapa não foi relatada perda de produto.
- f. **Engarrafamento:** após o descanso, a cachaça é levada por meio de tubulação para ser devidamente engarrafada, ver Figura 4, como descrito anteriormente. Na realidade, este processo divide-se de acordo com o tipo de produto a ser comercializado, visto que no engenho são produzidos seis tipos de cachaça a depender do sabor, aroma e teor alcóolico. A cachaça tradicional é produzida em maior quantidade e todo o processo de engarrafamento é automatizado. Em menor quantidade, encontram-se as cachaças do tipo “umburana”, “canela”, “jequitibá”, “carvalho” e “bi-destilada”, que são engarrafadas manualmente. Neste estudo foi considerada apenas a produção da cachaça tradicional.



Figura 4 – Funcionários do engenho em momentos de lavagem, engarrafamento e embalagem da cachaça tradicional.

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

4.3. Fluxograma de Massa do Processo Produtivo da Cachaça PédeSerra

A Figura 5 apresenta os insumos e saídas de produção utilizados na fabricação da cachaça Tradicional do Engenho PédeSerra. Os números e quantidades aqui apresentados referem-se à produção do mês de outubro de 2012. No entanto, para facilitar a leitura e entendimento do processo foram utilizados valores/dia na elaboração do fluxograma. Vale salientar que alguns insumos não estão quantificados devido à impossibilidade de realização do mesmo, seja por se apresentar em pequena quantidade ou pela falta de controle do próprio engenho.

ENTRADAS	ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS
- 33,4 toneladas (t) de cana-de-açúcar	RECEPÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR	- 33,4 toneladas (t) de cana-de-açúcar
- 33,4 ton de cana - Energia elétrica - Água que se mistura à cana - Água para lavar as moendas - Cloro	MOAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR	- 23.380,0 l de caldo de cana - 10 ton bagaço - Bagacilhos - Líquido residual da lavagem das moendas
- 23.380,0 l de caldo	FERMENTAÇÃO	- 18.704,0 l de vinho - 4.676,0 l de fermento
- 18.704,0 l de vinho - Água para resfriamento da serpentina - Bagaço para queima das fornalhas	DESTILAÇÃO	- 3.180,0 l de destilado (sendo 80% de coração, 10% de cauda e 10% de cabeça) - 15.524,0 l de vinhaça - Gases da combustão do bagaço
- 2.544,0 l de cachaça - Energia elétrica para funcionamento da bomba	ARMAZENAMENTO	- 2.543,2 l de cachaça
- 287.670 Garrafas - 287.332 Rótulos - 287.685 Tampas - Energia elétrica - Água para lavagem das garrafas	ENGARRAFAMENTO	- Vidro quebrado - Papelão / Paletes - Plástico - Água suja - 288.000 Garrafas lacradas e rotuladas

Figura 5 – Fluxograma de Entradas e Saídas de Insumos.

Fonte: Elaboração a partir de dados da pesquisa, 2013.

Alguns itens estão sem quantificação por não terem sido disponibilizados pela empresa, visto que a mesma não possui estes dados. Das saídas, as únicas que não são reaproveitadas são os gases de combustão do bagaço.

4.4. Análise dos Dados a Partir da P+L

A geração de resíduos é uma questão de enorme importância nas sociedades modernas devido ao seu grande impacto de natureza econômica e ambiental. Resíduo pode ser definido como sendo tudo aquilo que não é aproveitado nas atividades humanas, podendo ser de origem industrial, comercial ou residencial. Para LOPES (2003), a denominação de resíduos é circunstancial, referindo-se a um material acumulado, sem destinação; a partir do momento em que apresente uma aplicação qualificada passa a ser um subproduto.

As atividades agropecuárias e de processamento de produtos agropecuários têm proporcionado sérios problemas de poluição no solo, em águas superficiais e subterrâneas. Como os resíduos de atividades agroindustriais (aí incluídas atividades agropecuárias) apresentam, em geral, grande concentração de material orgânico, o seu lançamento em corpos hídricos pode proporcionar grande decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio, cuja magnitude depende da concentração de carga orgânica e da quantidade lançada, além da vazão do curso d'água receptor (OLIVEIRA et al., 2010).

Quando tratamos do gerenciamento de um resíduo dentro do conceito de P+L, devemos ter em mente que existe uma hierarquia de preferência dentre as possíveis alternativas, de modo a determinar qual a melhor solução do ponto de vista ambiental. Resumidamente esta hierarquia propõe que antes de determinar soluções de tratamento ou destinação final dos resíduos já gerados sejam verificadas alternativas de redução da geração destes resíduos na fonte. Em outras palavras, deve-se sempre tentar evitar (ou ao menos minimizar) a geração dos resíduos, para apenas depois buscar técnicas de reuso e reciclagem destes resíduos fora do processo, e apenas na impossibilidade de usar estas técnicas enviar estes para tratamento e disposição final (CETESB, 2002).

De acordo com a Figura 6 pode-se identificar as principais medidas de P+L utilizadas no setor de produção de cachaça:

REJEITO	ORIGEM	COMPOSIÇÃO	MEDIDAS DE P+L	
			REDUÇÃO	REUSO
Bagaço	Moagem da cana	Celulose, com teor de umidade de 40- 60%	-	1- Cogeração energia elétrica 2- Uso como adubo 3- Produção de ração animal 4- Produção de aglomerados 5- Produção de celulose
Vinhoto	- Resíduos da destilação do melaço fermentado	- Alta DBO e DQO	-	7- Uso como fertilizante (observar taxa de aplicação em função da composição e do tipo de solo)
Água da lavagem das dornas	- Lavagem dos recipientes de fermentação, p/obtenção do álcool (volume reduzido)	- Semelhante ao vinhoto, mas bem mais diluído (cerca de 20% de vinhoto)		

Figura 6 – Medidas de P+L para o Setor Sucroalcooleiro
Fonte: CETESB, 2002.

Pelo que se apresenta na figura anterior pode-se verificar que as medidas de P+L referentes ao setor estejam focadas no reuso de seus rejeitos, visto que a alternativa de redução é de difícil aplicação. Assim, segundo Marchizeli (2003 apud SILVA et al., 2009), o melhor resíduo é aquele que não é gerado, porém quando não se pode evitar a sua produção é preferível reutilizá-lo.

Com relação ao **bagaço**, este se constitui como um co-produto fibroso resultante da extração do caldo da cana pelas moendas. Ao sair da moenda, tem aproximadamente 30% da

massa da cana e uma umidade em torno de 50%. O bagaço de cana é, sem dúvida, o resíduo agroindustrial obtido em maior quantidade, aproximadamente 280 Kg/ton de cana moída, correspondendo a cerca de 30% (SILVA et al., 2009). No engenho estudado esta proporção é de 250Kg/ton.

Devido à grande quantidade produzida e a suas características físicas e químicas, esse material encontra um vasto campo de utilização, dentre eles a produção de ração animal, na indústria química, na fabricação de papel, papelão e aglomerados, como material alternativo na construção civil (KAWABATA, 2008), e na produção de biomassa microbiana. (SANTOS, 2005).

A quantidade de bagaço resultante da moagem da cana no processo produtivo da cachaça é bastante significativa, cerca de 30% da cana moída, anteriormente citado. Os engenhos não conseguem reutilizar toda esta quantidade nas fornalhas, sendo o manejo do excedente motivo de preocupação. Segundo Evangelista et al. (2004), o bagaço resultante da exploração da cana e que não foi utilizado para produção de calor fica armazenado por um período, no pátio das indústrias ou em algum lugar da propriedade, o que acarreta alterações físico-químicas, principalmente pela atuação microbiana.

Constatou-se que o engenho PédeSerra utiliza 80% do bagaço obtido na moagem da cana em suas fornalhas no processo de destilação, sendo os 20% restantes comercializados entre os pecuaristas da região. Esta comercialização é feita imediatamente após a moagem, muitas vezes no exato momento. Com relação às cinzas produzidas após a queima do bagaço é utilizada como adubo em suas plantações. Diversos estudos apontam este manejo como maioria entre os produtores do setor. Portanto, percebe-se que não existe no engenho excedente deste resíduo sem utilização, obtendo-se um aproveitamento de 100% deste rejeito, reduzindo significativamente a necessidade da utilização de lenha (usada apenas no período de inverno, entre maio e junho), bem como diminuindo os custos com energia elétrica, proporcionando menos poluição para o ambiente e desperdício para a empresa.

Em se tratando da **vinhaça**, também conhecida com os nomes de vinhoto, calda, restilo, tiborna, garapão e caxixi, é um líquido residual da produção de álcool, derivado da destilação do vinho, que é resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar, sendo produzida, em média, na proporção de 13 litros para cada litro de álcool e de 6 a 8 litros por litro de cachaça (GAMA et al., 2010). Dentre as aplicações desse subproduto, destaca-se a destinação para fertilização de solos como a mais utilizada, mas têm-se também a produção de proteínas (biomassa), produção de metano e a sua utilização para a alimentação animal.

A vinhaça é caracterizada como efluente de destilarias com alto poder poluente e alto valor fertilizante; o poder poluente, cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico, decorre da sua riqueza em matéria orgânica, baixo pH, elevada corrosividade e altos índices de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), além de elevada temperatura na saída dos destiladores; é considerada altamente nociva à fauna, flora, microfauna e microflora das águas doces, além de afugentar a fauna marinha que vem às costas brasileiras para procriação (FREIRE e CORTEZ, apud SILVA et al., 2007). Desta forma, torna-se primordial o conhecimento da composição química da vinhaça a ser utilizada na adubação, principalmente para a orientação quanto às dosagens a serem aplicadas no campo.

A vinhaça é composta, em sua maioria, por 93% de água e 7% de sólidos, 75% dos quais correspondem à matéria orgânica. A fração sólida é constituída, principalmente, de compostos orgânicos e elementos minerais, dos quais cerca de 20% é K, o nutriente determinante para a definição da dose a ser aplicada nos solos (MARQUES, apud LAIME et al., 2011).

A vinhaça produzida no engenho PédeSerra é canalizada para um tanque diretamente no solo, onde irá resfriar, pois sai do alambique a 78°C, e sedimentar para ser sugada posteriormente através de uma bomba para aplicação em aspersão nas áreas escolhidas para

serem fertilizadas e irrigadas. A parte sólida sedimentada é doada para o Campus da UFPB, não tendo sido possível coletar informações sobre a destinação específica deste rejeito. O engenho não faz análise química da vinhaça, sendo utilizada sem critério técnico com relação às quantidades ideais para a aplicação no solo.

Com relação à **água**, o engenho possui bom manejo na utilização deste recurso, visto que apenas a água utilizada na lavagem das dornas (realizadas geralmente ao final de cada safra), que não foi considerada neste estudo, é descartada. A água utilizada na lavagem das moendas é direcionada para o tanque da vinhaça. Já aquela utilizada no resfriamento das serpentinas possui um sistema de reutilização onde é levada por tubulações para uma torre, onde será filtrada, voltando a seguir para o processo de produção. Da mesma forma, acontece com a água utilizada na etapa de engarrafamento da cachaça. O maquinário possui uma espécie de coletador, onde a água descartada no momento da lavagem é coletada e transportada para o início do processo.

No que tange aos **demais resíduos**, no processo de engarrafamento da cachaça o engenho utiliza apenas garrafas novas, sendo que o material excedente resultante da compra dessas garrafas – papelão e plástico – é empregado na queima dos alambiques, juntamente com o bagaço e todo resíduo dos filtros utilizados durante o processo.

Com relação aos paletes e molduras de madeira que acompanham as embalagens das garrafas compradas, o engenho os devolve para a empresa vendedora das garrafas. Já os resíduos produzidos pela quebra das garrafas são comercializados para empresa de reciclagem.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma análise do processo produtivo da cachaça de alambique à luz da Produção Mais Limpa, tendo como objeto de estudo o Engenho PédeSerra, localizado na zona rural do município de Areia-PB. Foram analisadas as etapas a partir da recepção da cana-de-açúcar até o envase do produto.

A partir desta análise verificou-se que as etapas geradoras de maiores resíduos são a moagem e a destilação, sendo respectivamente o bagaço e a vinhaça os subprodutos de tais etapas. A empresa faz um bom aproveitamento destes rejeitos, utilizando o bagaço em suas fornalhas e comercializando o excedente produzido. Já a vinhaça é utilizada na adubação de sua plantação, após devidamente resfriada e sedimentada em um tanque próprio para tal procedimento. O uso da água é feita de forma racional e com reaproveitamento, exceto com relação a água utilizada na lavagem das dornas.

De acordo com os resultados obtidos constatou-se que existe no engenho uma preocupação ambiental com relação aos impactos produzidos pelos seus rejeitos, visto que toda a sua produção está baseada num gerenciamento aparentemente eficiente de recursos naturais, evitando desperdícios e prejuízos ao meio ambiente. No entanto, não se identificou a utilização de uma ferramenta específica de gestão ambiental o que pode sugerir falta de conhecimento por parte dos seus administradores a respeito de outras técnicas e formas de manejo para a minimização de seus resíduos, o que poderiam melhorar ainda mais a relação desta empresa com o meio ao seu redor.

O setor de produção da cachaça está em pleno desenvolvimento no país sendo, portanto, imprescindível à realização de estudos mais aprofundados acerca do seu processo produtivo e dos impactos ambientais referentes a este. Neste sentido, percebeu-se que a empresa em estudo apesar de apresentar uma preocupação aparente com as questões ambientais trabalha de maneira quase intuitiva, sendo a implantação de uma ferramenta de gestão ambiental de extrema importância para alcançar as melhorias do processo produtivo, a partir da adoção de práticas de P+L baseadas na redução de resíduos, uma vez que as práticas

atuais estão pautadas na reutilização dos mesmos, bem como uma quantificação mais sistematizada dos insumos e rejeitos.

Como contribuições do trabalho podem-se destacar a importância do uso de P+L e os benefícios ambientais decorrentes do setor de cachaça, sobretudo considerando as perspectivas de aumento da produção para o mercado nacional e especialmente para o mercado internacional.

Como limitações, a falta de informações sistematizadas resultou na impossibilidade de uma quantificação mais precisa principalmente referente aos rejeitos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAMBIQUE DA CACHAÇA Portal. 2009. Disponível em: <http://www.alambiquedacachaca.com.br> Acesso em 05 de fev 2013.

BRASIL. Receita Federal. **Decreto nº 4.072, de 03 de janeiro de 2002**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/Decretos/2002/dec4072.htm> Acesso em 02 de fev de 2013.

BRASIL. Secretaria de Imprensa. **Estados Unidos reconhecem cachaça como bebida exclusivamente brasileira**. Portal do Planalto, 2012. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/imprensa/noticias-de-governo/estados-unidos-reconhecem-cachaca-como-bebida-exclusivamente-brasileira> Acesso em 02 de fev de 2013.

CASTRO, A.C.F.; OLIVEIRA, A.B. O Desenvolvimento Sustentável e as Implicações da Produção Mais Limpa: um estudo de caso no setor moveleiro. **Revista ConTexto**. Porto Alegre, v. 9, n. 16, 2º semestre 2009.

CETESB. **A Produção mais Limpa no Setor Sucroalcooleiro** - Informações Gerais. CETESB, São Paulo, 2002.

CNTL. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre: CNTL – SENAI/RS, 2003. Disponível em < <http://www.senairs.org.br/cntl> >. Acesso em 18 abr. 2013.

EVANGELISTA, A.R. et al. Aproveitamento de resíduos da Fabricação de Aguardente – Lavras UFLA/FAEPE – 2004. 30p. Curso de Pós-Graduação “Latu Sensu” (Especialização à Distância) – Tecnologia da Cachaça.

HAIR JR., J. F. *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Tradução Lene Belon Ribeiro – Porto Alegre: Bookman, 2005.

GODOY, A. S. INTRODUÇÃO À PESQUISA QUALITATIVA E SUAS POSSIBILIDADES. **Revista de Administração de Empresas/EAESP/ FGV**. São Paulo, 1995.

IBRAC, **Instituto Brasileiro da Cachaça**. Informações setoriais: produção nacional. 2008. Disponível em: http://www.ibrac.net/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=47 Acesso em 02 de fev de 2013.

KAWABATA, C. Y. **Aproveitamento de cinzas da queima de resíduos agroindustriais na produção compósitos fibrosos e concreto leve para a construção rural**. Tese - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2008.

LAIME, E.M.; FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, D.C.S.; FREIRE, E.A. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** V. 5, N. 3, pág. 16, 2011.

- LOPES, A.A. **Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São Carlos (SP)**. 2003. Dissertação - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- MELO, W.F; PEREIRA, R.A.; FILHO, R.S.; ALMEIDA, J.S.; NASCIMENTO, K.N.F. Cadeia Produtiva da Cachaça Triunfo: Um Estudo de Caso. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró-RN, V. 7, n. 3, p. 41-45, jul-set, 2012.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**. São Paulo, V.1, N° 3, 2º Sem., 1996.
- NETO, A. R.; FREITAS, L.S. **Análise do Processo de Adaptação Estratégica de uma Empresa Produtora de Cachaça á Luz da Teoria Institucional e da Visão Baseada em Recursos**. REAd/Porto Alegre – Edição 71 – N° 1 – janeiro/abril 2012 – p. 211-241.
- NUNES, L.S.G.; NETA, M.R.O. Alambiques de Cachaça em Minas Gerais: Uma Pesquisa Exploratória. **Cadernos da FUCAMP**, n.10, v.12,p.65-80/2010.
- OLIVEIRA, A.F.; ANEFALOS, L.C.; GARCIA, L.A.F.; ISTAKE, M.; BURNQUIST, H.L. 2010. **Sistema Agroindustrial da Cachaça e Potencialidades de Expansão das Importações**. Disponível em: <http://www.fearp.usp.br/egna/resumos/Oliveira.pdf> Acesso em 02 de fev de 2013.
- SANTOS, J.M; SALES, T.M. **História da Cachaça: símbolo de identidade nacional**. 2008. Disponível em: https://www.adms.ueg.br/cms_upload/arquivos/caldas_novas/conteudoN/530/artigohistoriadacachaa.pdfAcesso em fev./2013.
- SANTOS, E.G., **Estudo da Adsorção de Contaminantes Orgânicos Provenientes da Água de Extração do Petróleo, em Coluna de Leito Fixo, utilizando Biomassas como Adsorventes**. 229p. Tese – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, Paraíba. 2005.
- SENAI.RS. **Questões ambientais e Produção mais Limpa**. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003.
- SILVA M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES. L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. V.11, n.1, p.108–114, 2007.
- SILVA, J.W.P.; BORGES, D.O.; SILVA, N.A; FERREIRA, R.A. R; DINIZ,R.C.P; LOBATO, F.M.; RENOVATO, K.A.; SANTOS, C.F. **Estudo sobre reaproveitamento de subprodutos das indústrias sucroalcooleiras**. VIII JORNADA CIENTÍFICA DA FAZU. P.25 -37. 9 a 24 de outubro de 2009.
- SPADOTTO, C. A. **Gestão de Resíduos: realizações e desafios no setor sucroalcooleiro**. 2008. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2008/gestao-de-residuos-realizacoes-e-desafios-no-setor-sucroalcooleiro>. Acesso em 02 de fev de 2013.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. - São Paulo: Ed. Atlas, 2000.
- VILELA JR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jaques. **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: Desafios e Perspectivas para organizações**. São Paulo: Senac, 2006.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2005.