

Projeto de negócio sustentável: um estudo de caso a partir da aplicação de produção mais limpa em empresa da área de limpa fossas.

“A ser submetido para revista Produção”

Nícolas Bossle Milheiro – nmilheiro@hotmail.com

Ângela de Moura Ferreira Danilevicz – angelamfd@producao.ufrgs.br

Renata Cornelli – Renata.cornelli@gmail.com

Resumo: A legislação ambiental vem sendo modificada e está cada vez mais rigorosa, devido aos problemas que surgem em decorrência das ações humanas sem preocupação ambiental e da pressão da sociedade junto ao governo por mais preocupação com o meio ambiente. As empresas que se adiantarem adotando práticas ambientalmente corretas serão beneficiadas e ditarão o perfil de mercado. No ramo de limpa fossas são poucas as empresas que se preocupam com as questões ambientais e buscam certificação além da exigida pela legislação. Com isso, o presente estudo buscou introduzir práticas de produção mais limpa em busca de um negócio sustentável no litoral gaúcho. A empresa em questão utiliza técnicas convencionais de tratamento (realizado nas dependências da companhia de tratamento) e passará a utilizar novos métodos após a coleta, como o tratamento de efluentes dentro da própria empresa com a utilização de macrófitas e os resíduos gerados por essa operação passarão pela Compostagem e Vermicompostagem para transformá-los em adubo que posteriormente será vendido. Assim, além do negócio de limpa fossas, a empresa passará a fornecer adubos e minhocas para o setor público e privado.

Palavras-chave: Negócio Sustentável; Tratamento de Efluentes; Produção Mais Limpa (P+L); Compostagem; Fitorremediação

Abstract: Environmental legislation has been changed and it is more strict because of the problems occur as a result of the human actions without environmental concerns, and because of the pressure that society does on the government for more consciousness with the environment. Companies that anticipated scenario by adopting these practices will be benefited and will rule the market profile. In the area of clean trenches there are few companies that care about environmental issues and look for more certifications than what is required by law. Because of that, this study tried to introduce cleaner production practices in pursuit of a sustainable business on the south Brazilian's coast. The company in question uses conventional techniques of treatment (performed inside the company premises of treatment) and will use new methods after the collect, such as the wastewater treatment inside the company using macrophytes and the waste generated by this operation will suffer composting and vermicomposting to turn it into a fertilizer that will be sold later. Therefore, besides the clean septic tanks's business, the company will provide fertilizer and earthworms to public and private sectors.

Key-words: Sustainable Business; Effluent Treatment; Cleaner Production; Composting; Phytoremediation

1. Introdução

É crescente a preocupação mundial com as questões ambientais. Segundo Fagundes (2009) a população consumidora vem se tornando cada vez mais consciente e preocupada com essas questões, tornando-as um fator de grande importância na competitividade das empresas. Os rejeitos da sociedade moderna acarretam impactos ambientais negativos, aos quais os ambientalistas e governos

tomam medidas para diminuir e reverter a partir de legislação, fiscalização e, principalmente, através do desenvolvimento da educação ambiental. Para Filho (2008), o meio ambiente se tornou um dos principais fatores de preocupação a partir da década de 90. Hoje, a preocupação com a sustentabilidade é de fundamental importância na diferenciação das empresas, pois além das exigências das organizações governamentais e não-governamentais, existem exigências da sociedade consumidora em geral.

Segundo Elkington (1999) a sustentabilidade se baseia em três pilares: a responsabilidade social, a responsabilidade ambiental e a responsabilidade econômica. Para unir essas grandezas, Sachs (1993) ressalta os Selos Verdes, os quais são um elo entre o fornecedor e o consumidor. Os rótulos ambientais indicam produtos e serviços produzidos e fornecidos de acordo com especificações ambientais. Dessa maneira, a certificação verde permite às instituições utilizarem sua sustentabilidade como forma de diferenciação no mercado (BIAZIN, 2000). Essa gestão também permite vantagens para vários setores, como o ambiental, que se beneficia diretamente, e o financeiro que se beneficia da diminuição de custos através dos princípios da redução, reutilização e reciclagem. (FILHO, 2008).

As técnicas de Fim de Tubo conferem uma postura às empresas no sentido de atender à legislação, tratando os efluentes apenas de maneira a controlar a quantidade de resíduos gerados nos processos produtivos, geralmente no final do processamento, em sua maioria com a instalação de filtros, ou dando aos resíduos uma destinação correta (FONTENELE, 2006). Elias (2004) destaca que as práticas de Fim de Tubo são caracterizadas pela geração de despesas adicionais ao processo.

Hoje, o trabalho de limpar fossas se restringe ao transporte de efluentes. Esse ramo de atuação é muito desenvolvido no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, pois, segundo Dal Maso (2008), apenas 40,7% da população urbana de Capão da Canoa e 23,5% da população de Tramandaí possuem coleta e tratamento de esgoto, sendo predominante o sistema de fossas sépticas como tratamento utilizado. As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) do litoral já estão saturadas devido à grande demanda oriunda do aumento populacional, por isso, existe a oportunidade de aumentar o escopo do serviço de limpeza de fossas. Os ganhos associados, caso a empresa foco deste estudo opte por adotar técnicas de P+L, estão relacionados à desoneração do governo da tarefa de tratamento de efluentes, a diminuição dos custos para a empresa, as taxas pagas para o descarregamento, e, a visibilidade oriunda dos Selos Verdes e a transformação de resíduos em produtos como, por exemplo, utilizando a Compostagem para transformar os resíduos coletados nas fossas em compostos orgânicos, ou adubos. Segundo Junior (2009) e Costa (2009), a Compostagem pode ser utilizada até mesmo no tratamento dos resíduos sólidos de águas residuais de suíno culturas e frigoríficos, sendo eficiente na redução das suas propriedades poluentes e patogênicas e, a Fitorremediação pode ser utilizada para o tratamento da parte líquida dos resíduos de frigoríficos de aves.

Uma das lacunas a ser preenchida no litoral norte é a utilização de selos verdes como forma de destaque para as boas práticas ambientais no ramo de limpa fossas. As empresas se preocupam somente em atender as exigências impostas pela legislação, que são: registro na empresa de saneamento local, autorização para transportar substâncias perigosas e autorização para trafegar de caminhão na Estrada do Mar - RS-389.

Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho consiste em modelar e propor melhorias ao processo de esgotamento de fossas, com foco no desenvolvimento de um negócio sustentável. Os resultados estão associados ao planejamento de um novo negócio; a geração de lucro oriundo de uma nova fatia de mercado; e a desoneração da máquina de saneamento governamental, que trabalha com métodos tradicionais de Fim de Tubo.

O presente artigo desdobra-se em cinco seções. A primeira contextualiza o problema de pesquisa, enquanto que a segunda contém o referencial teórico sobre Sustentabilidade, Empreendedorismo Sustentável e Produção Mais Limpa (P+L). A terceira seção apresenta os procedimentos metodológicos, que se desdobra em ambiente de estudo, classificação de pesquisa e método de trabalho. A quarta seção apresenta o estudo de caso e a análise dos resultados encontrados. Por fim, na quinta seção são apresentadas as considerações finais, que se desdobram em conclusões e recomendações de trabalhos futuros.

2. Empreendedorismo Sustentável

Esta seção apresenta o referencial teórico necessário ao embasamento científico do trabalho, abarcando assuntos sobre sustentabilidade, desenvolvimento de negócios, produção limpa (PL) e produção mais limpa (P+L).

2.1 Sustentabilidade, empreendedorismo e desenvolvimento de negócios

A busca da sustentabilidade consiste em empreender esforços contínuos, que sejam adequados às mudanças mundiais. A sustentabilidade segundo Elkington (1999) se baseia em três pilares fundamentais (em inglês, *Triple Bottom Line*), o pilar econômico, o social e o ambiental e os mesmos devem ser considerados em todas as etapas de desenvolvimento de um produtos ou serviço. A abrangência de implantação de processos sustentáveis é complexa, o que torna difícil para uma empresa sozinha desenvolver-se sustentavelmente, pois, em geral, existe uma cadeia suprimentos a ser considerada (ALMEIDA 2003).

Por outro lado, cresce a valorização das questões ambientais. Isso faz com que as empresas tenham que se preparar para atender, com ações sustentáveis, às demandas ambientalmente corretas dos seus clientes, os quais estão dispostos a consumir produtos e serviços com menores impactos ambientais negativos. Uma maneira eficiente de se conseguir baixos níveis de impacto ambiental são os sistemas de produto-serviço (PSS), do inglês, *product-service system*. Esses

sistemas permitem uma venda conjunta de um produto e um serviço, que juntos agregam mais valor e causam menos impacto do que se consumidos separadamente, constituindo-se de inovação estratégica em modelos de negócio. Para uma aplicação de PSS, os processos de toda a cadeia produtiva devem ser pensados de forma a atingir a excelência global. Para os consumidores, ao comprar um PSS, ao invés de comprar apenas um produto, ou serviço, estarão comprando uma solução completa suprimindo assim todas as suas necessidades e minimizando os desperdícios (MONT, 2002).

Segundo o Mont (2002), a manufatura deixou de ser o principal agente agregador de valor nos produtos, este está começando a ser criado por meio do desenvolvimento tecnológico, da propriedade intelectual, da imagem do produto, da estética, do estilo e de design, onde todos eles são considerados aspectos não materiais. Nesta lógica, está se passando de uma produção em massa para uma produção customizada, também conhecida como customização em massa (SILVEIRA et al., 2001). A customização em massa é a capacidade de produzir produtos, ou bens de serviços de uma maneira flexível, com altos volumes e baixos custos. É fundamental devido a globalização e a necessidade de adaptação rápida ao mercado, além das exigências dos clientes serem dinâmicas.

A criação desses novos produtos/serviços pode ser considerada um misto de arte e ciência. Apesar de a nova ideia muitas vezes ser baseada na intuição, existem métodos científicos de avaliar a inovação pretendida. Danilevicz (2006) desenvolveu um modelo quantitativo para a tomada de Decisão Estratégica em Inovações (DEIN), o qual avalia, dentre outras coisas, a exequibilidade das ideias por meio de diferentes critérios, considera inclusive, o critério impacto social e ambiental.

Após a avaliação da exequibilidade da ideia para um novo projeto, existem outros métodos para modelagem e teste, antes de serem realizadas alterações reais nos processos e produtos. Crawford (2000) apresenta que existem três possíveis testes para se analisar a viabilidade dos projetos: o teste de conceito que verifica se o cliente realmente precisa do item proposto; o teste de utilização que verifica se o item realmente cumpre a tarefa à qual foi desenhado e o teste de mercado que verifica se existe a possibilidade de venda do produto ou serviço.

Para o mesmo autor um processo de desenvolvimento de produto passa por cinco fases: identificação e seleção das oportunidades; geração do conceito; avaliação do conceito; desenvolvimento; e, lançamento.

A fase de **identificação e seleção das oportunidades** verifica a existência de novas possibilidades por meio da análise do processo atual, sugestões de novos produtos, mudanças no plano diretor e identificação de oportunidades no mercado. Também são realizadas pesquisas, validações e classificações para as oportunidades de novos projetos.

A **geração do conceito** está atrelada à seleção de oportunidades de maior potencial ou urgência, envolvendo o cliente neste processo. Além disso, coletam-se novos conceitos de acordo com as oportunidades identificadas.

Na fase de **avaliação do conceito**, os novos conceitos são avaliados em relação às questões técnicas, de mercado e financeiras. Após é realizada a classificação dos projetos, bem como a seleção dos dois ou três melhores.

O **desenvolvimento** é a quarta fase que se divide em ações para atender aos requisitos técnicos e outras associadas aos requisitos de mercado. Nos requisitos técnicos se estuda o desenvolvimento do processo, desenvolvem-se protótipos, os quais são testados e validados, assim como seus respectivos processos produtivos. Nos requisitos de mercado se desenvolvem as estratégias e táticas para o plano de mercado e preparam-se o plano de negócios e a evolução do produto. Testes em pequena escala de produto e mercado são necessários para a validação.

Na quinta e última etapa, **lançamento**, coloca-se o produto no mercado, possivelmente em pequena escala. O plano de lançamento é gerenciado para atingir as metas e objetivos estipulados.

Durante o desenvolvimento de um novo produto, além dos requisitos técnicos e de mercado, deve-se planejar e projetar processos produtivos de maneira a minimizar toda e qualquer perda. Neste instante surge a lógica de Produção Limpa e de Produção Mais Limpa como alternativa para tal.

2.2 Produção Limpa e Produção Mais Limpa

A Produção Limpa tem por objetivo satisfazer as necessidades da sociedade por produtos e serviços ambientalmente corretos. Ela questiona a real necessidade de um produto e propõe opções para a necessidade ser satisfeita, ou reduzida. Diferente das práticas tradicionais de fim de tubo, a qual por definição de Mello (2002) consiste do tratamento reativo dos resíduos de produção, ou seja, primeiro se produz os resíduos e depois se trata os mesmos, com a utilização, por exemplo, de filtros para minimizar as emissões atmosféricas. Essas práticas de fim de tubo partem do princípio que o meio ambiente suporta até certa quantidade de agentes poluentes, a Produção limpa considera que deve ser dada ênfase na não produção de resíduos e na não utilização, ou substituição de substâncias perigosas por outras não perigosas. Segundo Greenpeace (2011), a produção limpa se baseia em quatro elementos:

a) Princípio da Precaução

É dever das indústrias provarem que seus produtos e serviços não causam nenhum prejuízo nem ao meio ambiente e nem à sociedade. Esse princípio

defende que a ciência é fundamental para gerar informações e esclarecimentos sobre os impactos ambientais das atividades industriais.

b) Princípio da Prevenção

Considera que é mais barato e efetivo prevenir os danos ambientais do que tentar administrá-los, ou remediá-los. Exige mudanças nos processos e produtos.

c) Princípio do Controle Democrático

A Produção Limpa envolve a toda a sociedade. Os operários, a comunidade e os consumidores devem possuir informações sobre as emissões industriais e ter acesso aos registros de poluição. Dessa forma a população deve ter direito e acesso às informações e participação nas tomadas de decisão para garantir o controle democrático sobre o processo produtivo e a qualidade de vida.

d) Princípio da Abordagem Integrada e Holística

Adotando-se um estudo de ciclo de vida dos produtos é capaz rastrear os riscos ambientais. Essa análise é essencial para garantir que materiais perigosos sejam eliminados, ou substituídos por materiais não perigosos.

Uma das formas de garantir a PL é a Auto-Regulação, uma estratégia onde as empresas além do monitoramento do estado fazem medições próprias a fim de melhorar continuamente seus indicadores ambientais ANDRADE (2001).

Andrade (2001) e Greenpeace (2011) concordam que a PL deve buscar a redução dos recursos naturais e estar aliada à tecnologia. A PL visa uma política de transparência dos indicadores ambientais das empresas e do governo para com a sociedade como um todo. Para os autores a PL se dá através, principalmente, das políticas públicas e da sociedade, pois consideram as tendências de mercado e os processos produtivos como um todo, não considerando que as empresas consigam atingir as metas ambientais se não estiverem ligadas à máquina pública.

Por outro lado, a P + L é uma aplicação de uma estratégia econômica, ambiental e social de maneira contínua que visa o aumento da eficiência no uso de matérias primas, água e energia. As diretrizes são: não-geração, minimização e reciclagem. Enquanto as abordagens ambientais tradicionais trabalham com técnicas de Fim de Tubo, a P + L foca na não geração como modo de diminuir os impactos ambientais e ao invés de incorporar custos para a diminuição dos impactos ambientais, produz eficientemente economizando materiais e assim reduzindo os impactos ambientais. Essa estratégia induz a inovação nas empresas e integra os objetivos ambientais e financeiros aos processos produtivos proporcionando o desenvolvimento econômico sustentado e competitivo, não apenas dentro da empresa, mas para toda a sociedade (CNTL-SENAI, 2010 a).

Enquanto a P + L busca soluções dentro dos próprios processos produtivos ela minimiza os resíduos e emissões aumentando o grau de utilização das matérias primas e energia garantindo processos mais eficientes. Diferentemente dos resultados paliativos obtidos com as técnicas de Fim de Tubo, as soluções esperadas com P+L são definitivas (CNTL-SENAI, 2010 b). Para CNTL-Senai (2010c), a transformação de insumos em produtos e não em resíduos torna as empresas mais competitivas, uma vez que diminui os custos do processo e fortalece a imagem da empresa frente à comunidade. Além disso, a geração de resíduos em um processo pode estar relacionada com a saúde ocupacional e a segurança dos trabalhadores, com a P + L se minimiza os riscos na medida em que as matérias primas são trocadas por outras menos tóxicas e nocivas à saúde.

Para Hansen (2000) existem duas maneiras básicas de se tratar as questões ambientais, muitas empresas agem de maneira reativa e por isso possuem elevados gastos ao tratarem os resíduos gerados nos seus processos produtivos. Mas, existe a maneira pró-ativa, onde os processos são planejados com ênfase na ecoeficiência, dessa forma não existem gastos ambientais, existe na realidade a diminuição dos custos, uma vez que reduzindo, reutilizando e reciclando os insumos se consegue além de um menor impacto ambiental, uma redução de custos. Segundo o autor, a ecoeficiência significa que as organizações podem produzir bens mais úteis quando reduzem os impactos ambientais negativos, os recursos e os custos simultaneamente. Atacando as causas, ao invés das conseqüências, dos impactos ambientais negativos.

Como benefícios da ecoeficiência podem ser citados: conquista de novos clientes, uma vez que os mesmos estão cada vez mais interessados em produtos e serviços com menor impacto ambiental; melhoria da satisfação dos colaboradores, uma vez que os funcionários preferem trabalhar para empresas responsáveis social e ambientalmente e em condições boas de higiene e segurança e empresas ambientalmente responsáveis tendem a ganhar benefícios, como menores taxas de seguro (HANSEN, 2000, FAGUNDES 2009).

Existem cinco objetivos essenciais sob a perspectiva ambiental: minimizar o consumo das matérias-primas; minimizar o uso de materiais perigosos; minimizar requisitos de energia; minimizar liberação de resíduos; maximizar oportunidades para reciclagem. Todos os objetivos convergem para a meta global que é melhorar o desempenho ambiental através de uma estrutura de melhoria contínua (HANSEN, 2000).

2.3 Análise comparativa entre Produção Limpa e Produção Mais Limpa

Existe muita semelhança entre a lógica de Produção Limpa a de Produção Mais Limpa. A Figura 1 apresenta uma análise comparativa das duas lógicas.

	Produção Limpa	Produção Mais Limpa
Busca a Ecoeficiência	X	X
Parceria com Governos e sociedade	X	
Redesenho (do processo)		X
Redesenho (criação de novo processo)	X	
Melhoria contínua		X
Melhora a imagem da empresa	X	X

Figura 1- Comparação PL e P+L

Para ilustrar, as duas lógicas buscam a ecoeficiência, entretanto a PL parte do princípio que apenas a união das empresas, governo e sociedade é possível garantir a ecoeficiência, enquanto a P + L admite que com apenas uma cadeia de empresas seja possível produzir produtos e serviços ecologicamente corretos. A PL visa o redesenho completo dos sistemas produtivos, ao passo que a sociedade inteira deveria interferir na indústria, já a P + L busca uma lógica de melhoria contínua, repensando e remodelando os processos e produtos a fim de melhorar a ecoeficiência. Por essas características a PL é mais indicada a novos empreendimentos, ou empreendimentos já existentes em que seja possível a total remodelagem do sistema. A P + L, por outro lado, torna-se viável em cadeias produtivas onde seja possível se converterem em ecologicamente corretas sem uma completa reestruturação (GREENPEACE e CNTL-SENAI, 2010 a).

Segundo Fagundes (2009) a aplicação de técnicas de gestão com foco no meio ambiente, como PL e P + L no processo permite para as empresas melhorar sua imagem junto ao cliente, uma vez que a população consumidora está cada vez mais sensibilizada pelas questões ambientais, entretanto, a PL é focada em parcerias com o governo e a participação da sociedade nas decisões da empresa e no redesenho de todo o processo, às vezes até mudando o ramo da empresa. A P + L se torna então a melhor opção nesse estudo, pois permite melhorar a ecoeficiência da empresa mantendo-a no seu ramo atual e sem envolver governo evitando as burocracias e dificuldades de se negociar com a máquina pública.

Existem diferentes técnicas que apoiam o desenvolvimento de P+L, nas quais podem ser citadas a Compostagem e a fitoremediação, descritas a seguir.

2.4 Técnicas de Produção Mais Limpa

Como forma de diminuir os impactos ambientais dos resíduos orgânicos, a Compostagem se mostra eficiente em diversos estudos. Através dessa técnica Junior (2009) obteve resultados positivos no tratamento de água de suinocultura separando a fração sólida através de peneiração e utilizando palha de arroz nas leiras de Compostagem. Costa (2009) obteve bons resultados no tratamento de resíduos de frigoríficos utilizando palha de trigo e serragem de madeira como cobertura. Ambos eliminando os agentes patogênicos e diminuindo, ou eliminando os impactos ambientais negativos dos resíduos.

A Compostagem é um processo que visa transformar resíduos orgânicos em adubo e é uma técnica que foi desenvolvida com a finalidade de aumentar a qualidade e a velocidade do processo que ocorre naturalmente. O composto deve ser montado em um local reservado, com abastecimento de água e com espaço suficiente para o reviramento da pilha de material. As leiras de Compostagem são montadas alternando diferentes tipos de resíduos em camadas, sempre alternando o material a ser tratado com restos de capina, ou plantas secas, que formam a cobertura. Uma das maneiras de acelerar o processo é a adição de esterco, pois fornece microorganismos decompositores. Outra maneira de montar as leiras é misturando-se os materiais de forma uniforme. Sempre a primeira camada e a cobertura devem ser de capina, ou algum tipo de palhada. O material deve ser revirado a intervalos regulares, ou se a temperatura do processo não for adequada, ela deve ficar entre 40 e 60°C (OLIVEIRA 2005).

Para tratamento da parte sólida, Junior (2009) realizou peneiração com malha de um milímetro. O sistema também se mostrou eficiente em eliminação de patogênicos e a maturação do composto se deu em menos de dois meses. A utilização da Compostagem se mostra eficiente para a redução da matéria orgânica inicial e na manutenção dos nutrientes presentes no material, com exceção do nitrogênio, onde podem ocorrer perdas significativas. A Compostagem de resíduos de frigorífico foi estudada por Costa (2009), também comprovando a eficiência do sistema para a eliminação de patogênicos e a redução da matéria orgânica inicial mantendo a concentração de nutrientes. Porém no sistema com resíduos de frigorífico nos primeiros dias pode-se observar o aparecimento de moscas e larvas de mosca, além de a Compostagem levar em torno de três meses. O autor também ressalta a importância dos cuidados com o encharcamento das leiras e dos cuidados com a cobertura das mesmas em dias de chuva.

Em se tratando de trabalhos com carcaças de animais, ou restos de carne, Costa (2004) identificou a necessidade de fazer a Compostagem em duas etapas de forma a aumentar a biossegurança. No primeiro estágio o material a ser tratado foi intercalado com palha, cama de aviário e água de forma a eliminar a maior parte dos agentes patogênicos com condições de pouca aeração. Já no segundo estágio se deu a Compostagem propriamente dita. No primeiro estágio se constatou a

necessidade de barreiras físicas que impedissem a entrada de animais e a contaminação do ambiente.

Pessin (2005) utilizou o método de Compostagem para o tratamento de resíduos provenientes de sobras do preparo de refeição e de podas de plantas. Dessa forma utilizou as podas como cobertura para Compostagem, por isso não houve a necessidade de aquisição de cobertura, para a confecção das composteiras, diminuindo o custo do projeto e aumentando sua abrangência.

Segundo Aquino (2005) a Compostagem pode ser feita em duas etapas distintas: a Compostagem tradicional, com a confecção de leiras e a utilização de palhada e a Vermicompostagem com a utilização de minhocas para acelerar o processo e melhorar o aspecto do composto. As minhocas mais utilizadas nesse processo são a vermelha-da-california (*Eisenia foetida* e *E. Andrei*) e a noturna africana (*Eudrilus eugeniae*). Após a formação do composto as minhocas podem ser removidas por peneiração e devido a sua rápida reprodução, o excedente de minhocas pode ser vendido para a utilização como iscas de pesca, ou complemento alimentar para aves.

A Compostagem se destina ao tratamento da matéria no estado sólido. As diferentes classes de poluentes tornam a despoluição da água complexa e a utilização de métodos tradicionais possui um custo elevado. Após a separação da parte sólida da parte líquida do resíduo, pode-se utilizar na parte sólida o tratamento pela Compostagem, já a Fitorremediação é recomendada para a parte líquida. (CNTL-SENAI a 2010, LAMEGO, 2007 E PIRES ET AL, 2003).

A Fitorremediação consiste em utilizar vegetais e sua microbiota para retirar os poluentes físico-químicos no tratamento da água e do solo. Os benefícios dessa técnica são o baixo investimento e a capacidade de tratar mais de um elemento no mesmo local, além de ser considerado esteticamente agradável para a sociedade e atrativo ao público, pois transmite a imagem de ecoeficiência e sustentabilidade. Com a Fitorremediação se espera a degradação dos elementos orgânicos em CO₂ e H₂O, além da degradação de elementos tóxicos em elementos menos tóxicos, ou inertes. (LAMEGO, 2007 E PIRES ET AL, 2003).

Segundo Salati (2006), a Fitorremediação pode ser utilizada na forma de Wetlands, que são cubas construídas de forma a maximizar a utilização das plantas, existem principalmente dois tipos de cubas, as que utilizam macrófitas flutuantes e as que utilizam macrófitas emergentes (que se fixam ao fundo da cuba). Uma das vantagens das macrófitas flutuantes é que elas são adaptadas as condições de clima tropical e subtropical e que são de fácil remoção, uma vez que se reproduzem rapidamente.

Sperling (2005) defende que um sistema de tratamento de esgotos é dividido em quatro partes: o tratamento preliminar tem por objetivo a remoção de sólidos em suspensão e partículas com dimensão maiores que a da areia, o tratamento primário

que busca a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica, o tratamento secundário que visa à remoção da matéria orgânica e o tratamento terciário que nem sempre é necessário, pois tem por objetivo a remoção de poluentes específicos, ou a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos nas outras etapas do tratamento. O tratamento preliminar se utiliza de ferramentas físicas, como grades de diferentes granulometrias e caixas de areia (desarenadores), enquanto o tratamento em si se baseia principalmente no tratamento bioquímico, com plantas e bactérias.

Dentre as técnicas de Wetlands construídas descritas por Salati (2006), uma das que se destaca pela simplicidade é a que utiliza macrófitas aquáticas flutuantes, nela a água poluída entra em um canal de tratamento longo e estreito e com aproximadamente 70 cm de profundidade e com macrófitas flutuantes, dessa forma as plantas se utilizam da matéria orgânica para seu crescimento e alguns microorganismos se fixam em suas raízes e auxiliam também na remoção da matéria orgânica e elementos patogênicos.

Dentre as espécies de plantas utilizadas para a Fitorremediação Salati (2006) destaca a *Eichornia crassipes*, conhecida também como aguapé, ela é muito utilizada devido ao seu rápido crescimento vegetativo e sua robustez, ela é capaz de resistir a águas altamente poluídas, com grandes variações de nutrientes, pH, substâncias tóxicas, metais pesados e variações de temperatura. Devido ao seu alto crescimento vegetativo, a colheita da planta se faz necessária, para manter a produtividade e eficiência do sistema. Já Junior (2005) destaca a *Pistia stratiotes* (alface d'água) com capacidade para a degradação da matéria Orgânica, porém sendo uma planta muito mais sensível que o Aguapé.

No Brasil, a classificação das águas dá-se pela resolução nº 357 (2005) do Conama. Dessa forma a água doce se divide em cinco classes, cada uma com suas especificações de poluentes e suas possíveis destinações. Segundo Conama nº 357 (2005) as cinco classes que a água doce pode apresentar são:

Classe Especial – abastecimento para consumo humano com desinfecção; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e preservação de unidades aquáticas em unidades de conservação.

Classe 1 – abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação ao contato primário, como natação; irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

Classe 2 – abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; aquicultura e pesca.

Classe 3 – abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, ou avançado; irrigação de culturas arbóreas; pesca amadora; recreação de contato secundário e dessedentação de animais.

Classe 4 – navegação e harmonia paisagística.

Após o tratamento do efluente por Fitorremediação o mesmo deve ser analisado quimicamente e o resultado comparado com a resolução do Consema nº 128/06 de forma a se determinar sua utilização, assim como o adubo obtido com a Compostagem. Assim se desenvolvendo a P + L e garantindo a biossegurança do processo (CNTL-SENAI a, 2010; LAMEGO, 2007; COSTA, 2004; CONAMA 357, 2005).

3. Procedimentos Metodológicos

Esta seção contém os procedimentos metodológicos necessários para o desenvolvimento do estudo, desdobrando-se na descrição do cenário de aplicação, na classificação e no método de pesquisa.

3.1 Descrição do cenário de pesquisa

A Guguê Limpa Fossas atende prioritariamente ao mercado do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, apesar de trabalhar com a lógica ambiental de Fim de Tubo se mantém no mercado por meio do treinamento dos funcionários e da preocupação com a satisfação dos seus clientes, uma vez que trata com algo tão delicado e importante para o bem estar dos moradores das residências atendidas. Em apenas seis anos a empresa cresceu de um caminhão da década de 70, para quatro caminhões e uma caminhonete, sendo dois caminhões e a caminhonete novos.

No litoral norte gaúcho a maior parte das residências e estabelecimentos comerciais não tem seu esgoto encanado, predominando assim o sistema de fossas sépticas. Existem várias empresas de limpeza de fossas, que trabalham geralmente da mesma maneira, através da lógica de Fim de Tubo. Devido ao serviço prestado ser na propriedade do cliente e geralmente com a presença do mesmo, os defeitos e qualidades da empresa são facilmente observadas por ele, permitindo a fidelização deste no caso de serviços prestados corretamente, ou a perda do cliente, no caso de más impressões.

A equipe de trabalho sofre variações em função de sazonalidade de serviço. Dessa maneira, durante o inverno, conta com cinco funcionários e no verão, onde se encontra o pico de demanda, são contratados funcionários temporários, podendo dobrar o tamanho da equipe. Assim como os funcionários também há sazonalidade na utilização dos caminhões, no inverno os dois caminhões mais antigos são alugados a empresas de construção civil. E os dois caminhões novos e a

caminhonete ficam alocados no litoral na cidade de Capão da Canoa e Osório. No verão toda a frota fica alocada no litoral norte a fim de suprir a demanda da região.

3.2 Caracterização do Método de Pesquisa

A pesquisa a ser conduzida é de natureza aplicada, uma vez que se almeja a solução de problemas práticos de uma empresa real. A abordagem de tratamento dos dados é qualitativa, pois a obtenção dos mesmos ocorre de forma descritiva, por meio do contato direto com a situação do estudo. O objetivo da pesquisa é exploratório, pois visa proporcionar uma maior familiaridade com o problema, o aprimoramento de ideias e a descoberta de intuições. Enquanto procedimento técnico é realizado um estudo de caso, no qual se levantam os dados necessários para o aperfeiçoamento do processo e realiza-se a avaliação e análise dos mesmos (GIL, 2002; NEVES, 1996).

3.3 Caracterização do Método de Trabalho

A realização do trabalho se desdobra em cinco etapas, conforme Figura 2 e descrição a seguir.

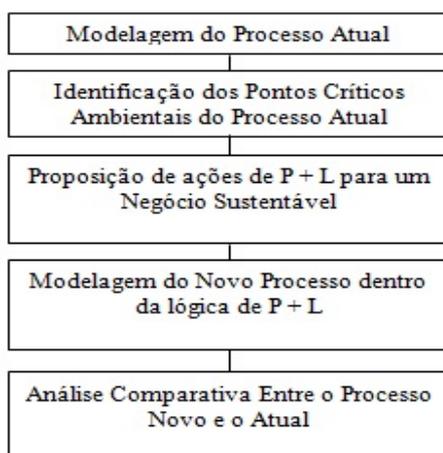


Figura 2 – Procedimentos Metodológicos de Pesquisa

Primeiramente, realiza-se a modelagem do processo atual de forma a se entender com clareza todas as etapas e seus responsáveis. Ela é realizada classificando-se os diferentes processos realizados na prestação do serviço, assim como seus responsáveis e o local onde é realizado, explicitando, assim, as relações existentes no processo.

Com a finalização da modelagem, torna-se possível identificar, no processo atual, pontos críticos ambientais, analisando-se a totalidade das etapas do serviço, bem como a sua agregação de valor. Dessa maneira, objetiva-se a identificação dos processos que não agregam valor, ou que geram impacto ambiental negativo elevado, ou desnecessário.

Para realizar a migração de um negócio convencional para um sustentável propõem-se ações de P + L a fim de reduzir os custos e os impactos ambientais e sociais negativos. Essas ações são definidas com base em propostas de redesenho de etapas do processo, permitindo assim o desenvolvimento de novo negócio sustentável.

Com base nas ações de melhoria da etapa anterior, faz-se necessária uma nova modelagem do processo, de forma que, nessa última etapa, seja possível comparar o novo processo proposto e o processo original da empresa, identificando a existência de possíveis ganhos ambientais e sociais.

4. Resultados Associados ao Estudo de Caso

Nesta seção são apresentados os resultados da aplicação prática do estudo de caso.

4.1 Modelagem do processo atual

Para a realização da modelagem do processo atual, o foco do trabalho está no esgotamento e desentupimento de fossas conforme Figura 3. Não será incluído na análise o serviço de aluguel de caminhões para empreiteiras, uma vez que isso só ocorre em períodos em que a demanda por limpeza de fossas cai consideravelmente.

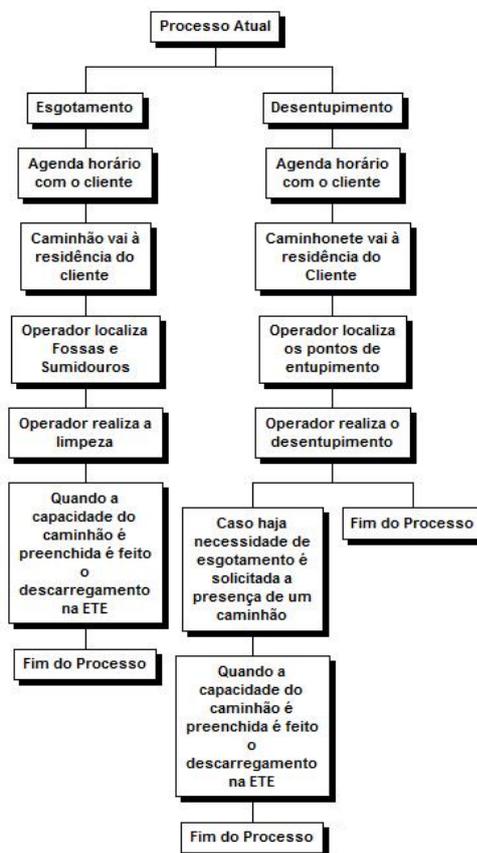


Figura 3 – Processo Atual

4.2 Identificação de pontos críticos ambientais no processo atual

Analisando-se o processo atual, tanto de esgotamento quanto de desentupimento, é possível observar alguns pontos críticos:

- a) consumo de óleo diesel dos caminhões. Alguns caminhões são mais antigos, por isso consomem mais e devido as ETEs disponíveis se localizarem a cerca de 120 km do litoral.
- b) comportamento dos funcionários. Muitas vezes os funcionários saem da empresa no início do turno de trabalho e retornam apenas no final, o que pode acarretar a problemas com a higiene pessoal deles e até mesmo sua higiene com o meio ambiente;
- c) o serviço é realizado muitas vezes em residências que não estão preparadas com bueiros e tampas de fossas de fácil acesso o que pode acarretar em dificuldade do serviço e com isso a contaminação do solo;
- d) as mangueiras são pouco flexíveis, o que exige que as mesmas sejam enroladas ao redor do caminhão, dessa maneira algum resíduo pode pingar durante a movimentação do mesmo;
- e) as ETEs já estão saturadas, o que acarreta risco ambiental, além de que há a previsão de algumas serem desativadas nos próximos anos; e

Verificando-se cada um desses itens, separadamente, é possível melhorar o processo pontualmente, entretanto, se a análise for realizada no conjunto de atividades, essas podem ser atingidas em um nível mais alto de ecoeficiência ou, até mesmo, serem identificadas novas oportunidades de negócio. Salienta-se que as proposições de melhorias devem fazer com que o processo como um todo melhore sua eficiência ambiental, social e financeira.

4.3 Proposição de ações de P+L

Com base nos pontos críticos levantados na seção 4.2, deu-se início à atividade de repensar o processo produtivo da empresa. Dentro da lógica de P+L, com foco no desenvolvimento de um negócio sustentável (PSS). Para tal foram listadas possíveis ações de melhorias associadas a esses pontos críticos (Figura 4).

PONTOS CRITICOS	SUGESTÕES
Consumo de óleo diesel	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva; - calibração dos pneus em menores intervalos de tempo; - contratação de um funcionário para trabalhar fixo no escritório atendendo ao telefone e seqüenciando a ordem dos atendimentos; - tratar os resíduos na própria empresa diminuindo as distâncias percorridas.
Comportamento dos Funcionários	<ul style="list-style-type: none"> - investir na capacitação dos funcionários quanto a sua higiene pessoal e a pratica de não jogar lixos nas ruas; - realizar paradas programadas em locais onde sejam possíveis pequenos descansos, bem como efetuar a higiene pessoal, pelo menos das mãos e do rosto.
Contaminação do solo na residência dos Clientes	<ul style="list-style-type: none"> - adquirir, ou confeccionar ferramentas adequadas para a realização do serviço, uma vez que nem sempre o conjunto de ferramentas padrão levadas no caminhão é suficiente; - treinar os funcionários para a comunicação com o cliente, uma vez que a participação desses no serviço é essencial para a rapidez e qualidade do mesmo.
Mangueiras pouco flexíveis	<ul style="list-style-type: none"> - guardar no caminhão poucas mangueiras, de forma que as mesmas não sejam difíceis de manusear; - adequar os suportes de mangueira de forma que elas sempre fiquem presas com as pontas pra cima.
ETEs saturadas	<ul style="list-style-type: none"> - tratar os resíduos de forma a não depender das disponibilidades das ETEs; - utilizar o resíduo já tratado como um novo produto (adubo).

Figura 4 – Proposição de Melhorias

Com base no problema e proposições de melhorias da figura 4, verificou-se que o ponto mais crítico tanto de impacto ambiental, quanto de desenvolvimento de negócio sustentável o foco do trabalho recairá na saturação das ETEs do litoral norte. Sendo assim, os novos processos objetivarão melhorias em todas as fases, mas com ênfase no tratamento de efluentes. Para o desenvolvimento desse item foi necessário assumir alguns pressupostos, dentre eles foi considerada uma demanda média durante o período de inverno que é de 15 mil litros por dia. Durante o verão a demanda excedente continuará a ser descarregadas nas ETEs

4.4 Modelagem do Novo Processo

Com base nas mudanças sugeridas foi possível realizar a modelagem do novo processo que pode ser visto na figura 5.

Devido aos problemas encontrados em se utilizar o sistema de descarregamento nas ETEs,(o ponto de descarregamento mais próximo fica em Canoas, a cerca de 120km de onde os serviços são realizados) será conduzido um estudo piloto com base em uma carga diária, de forma que a própria empresa possa tratar os resíduos recolhidos e não arcar com as despesas do descarregamento tradicional e talvez gerar riqueza com os resíduos transformados adubos. O estudo para uma carga diária deve suprir a demanda do inverno que é a menor do ano, a demanda excedente da empresa durante o verão continuará sendo deposta pelo sistema tradicional.

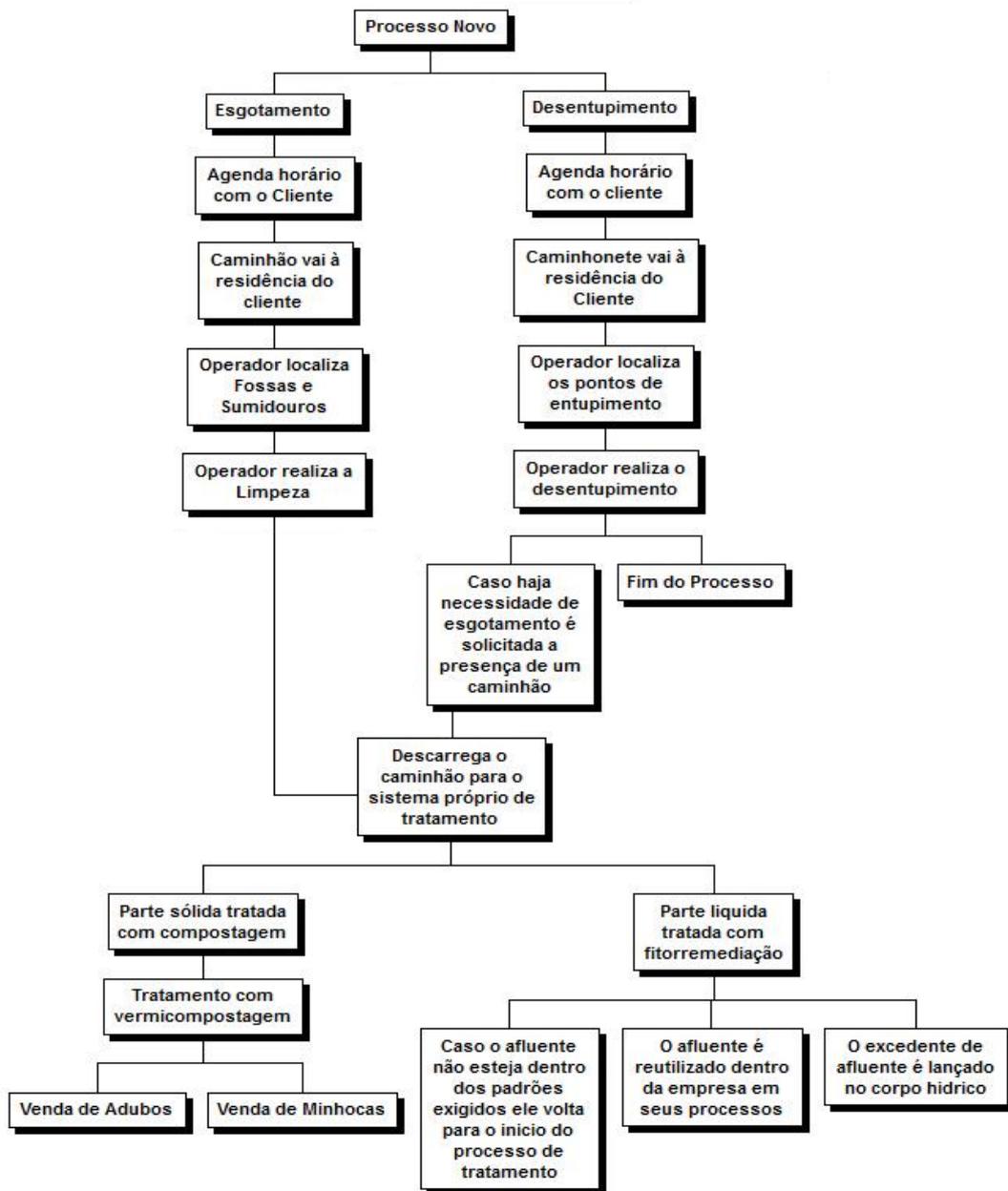


Figura 5 – Novo Processo na Lógica de P+L

4.4.1 Detalhamento da Fitorremediação e Compostagem

Os dados aqui utilizados foram adotados pelo autor com base na literatura consultada. O estudo piloto será composto de pré-tratamento, tratamento primário e tratamento secundário.

Para a remoção dos sólidos suspensos grosseiros (SSG), o pré-tratamento acontecerá por meio de gradeamento. Serão dipostas três grades. A primeira com espaçamento 15 mm, a segunda com espaçamento 10 mm, e a terceira com espaçamento 5 mm. Para a remoção dos sólidos suspensos sedimentáveis (SSS), uma caixa de areia será instalada para eliminar a areia e evitar a abrasão no sistema, em seguida, três tanques de macrófitas com medidas de 9 m de comprimento, 5 m de largura e a altura variando entre 0,7 m e 0,9 m, de forma a facilitar a limpeza manual dos tanques, quando for necessário, totalizando 32,4 m³, dessa forma cada tanque suportará a carga de um caminhão por dia durante 20 dias. O primeiro e segundo tanques serão de tratamento primário e neles serão utilizados os aguapés devido a sua grande capacidade de absorção e sua robustez, no terceiro tanque serão utilizadas alface d'água para reduzir os poluentes da água, elas serão utilizadas no último tanque por serem mais frágeis que os aguapés, e por isso receberão água já processada no tratamento primário. Após a passagem pelos tanques, as características da água serão medidas e destinadas para seu uso, caso essa água não esteja dentro dos padrões aceitos pelo Consema 128/06 ela retorna para o início do processo. (SALATI 2006, SPERLING 2005 e Junior 2005).

Devido ao rápido crescimento das macrófitas e a perda da capacidade das mesmas quando sua população atingir certo tamanho, o excedente de plantas será retirado e utilizado na Compostagem junto com os resíduos recolhidos no pré-tratamento.

A Compostagem se dará em dois estágios, primeiro uma Compostagem comum com leiras de 1m³, de forma que sejam fáceis de serem construídas e que dependendo da quantidade de material a ser decomposto possam ser construídas mais de uma leira. Após a estabilização da temperatura do composto se dará a Vermicompostagem com a adição das minhocas nas leiras para acelerarem o processo e melhorarem a qualidade do adubo. Devido à rápida reprodução das minhocas nesse meio, o excedente da população será vendido principalmente para a alimentação de aves e como isca para a pesca.

5. Resultados e Discussão

Comparando-se o processo atual ao processo novo, é possível verificar que a empresa ficará ecologicamente mais eficiente, uma vez que reduz a movimentação de caminhões e com isso o consumo de óleo diesel; contribui com a redução da poluição visual e o bem estar dos habitantes uma vez que os tanques com aguapés

são agradáveis para a população; ao invés de produzir e tratar resíduos, os transforma em bens de consumo. A empresa deixa de ser apenas uma transportadora de resíduos e passa a ser uma produtora de adubos Figura 6.

Pontos críticos	Benefícios	Reflexo no negócio sustentável
Óleo Diesel	Economia de 120 reais de óleo diesel por dia e mais 40 reais de pedágio.	Retirada de gases de efeito estufa da atmosfera proveniente da queima de óleo diesel; Preservação de fonte de energia não renovável.
Água	Diminuição da utilização de água potável.	Reutilização da água tratada dentro da própria empresa; Excedente de água devolvido aos corpos hídricos.
Companhia de saneamento	Economia de 150 reais de descarregamento por dia.	Compostagem; Comercialização de minhocas e adubos excedentes para ração.
Funcionários	Funcionários capacitados rendendo mais para a empresa; Diminuição de horas extras.	Formação de pessoas com maior estudo garantindo o desenvolvimento social; Funcionários com mais tempo livre para suas famílias.

Figura 6 – benefícios encontrados com a utilização de P+L em cada ponto crítico

O ganho estimado por dia é de no mínimo 310 reais: 150 deixados de pagar às ETEs, 120 de economia de óleo diesel e 40 reais de pedágio, resultando em cerca de 8.060 reais por mês.

Como desvantagens do novo processo destacam-se a necessidade de investimentos em equipamentos e um novo terreno para a implantação do novo sistema. Os funcionários atuais, ao receberem treinamento são aptos a realizarem os novos processos, entretanto é possível que haja a necessidade de contratar mais funcionários a fim de suprir a nova demanda de serviços.

Conclusões

Este trabalho buscou modelar e propor melhorias ambientalmente corretas ao setor de limpa fossas. Como o método utilizado atualmente consiste em fazer a limpeza da fossa e transportar o material coletado para uma empresa terceirizada que realiza o tratamento, o método foi modificado prevendo alterações que trarão benefícios tanto ambientais, quanto econômicos para a empresa em estudo.

Assim, além de lucrar com o ramo de limpa fossas, a empresa estará tratando seus resíduos de uma maneira correta passando a ocupar uma nova fatia de mercado e gerando novos produtos que não agredem o meio ambiente, como adubo

orgânico, que é um substituto dos fertilizantes, e minhocas para recuperação do solo e alimentação de animais.

Para trabalhos futuros sugere-se a implantação do novo sistema nessa, ou em outra empresa de limpa fossas e com isso a avaliação da viabilidade econômica e ambiental do projeto, caso seja necessária, realizar modificações no sistema devido às características do afluente comparadas com a resolução Consema 128/06. Após a implantação do sistema também é recomendado realizar a certificação da empresa com um selo verde e com isso explorar melhor a imagem da empresa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando. E o Meio Ambiente Morreu? **CEBDS**, 2003. Disponível em <http://www.cebds.org.br/cebds/Noticias.asp?ID=72&bc=1>. Acesso em: 01/11/10.

ANDRADE, José Célio Silveira; MARINHO, Márcia Mara de Oliveira; KIPERSTOK, Asher. **Uma política nacional de meio ambiente focada na produção limpa: elementos para discussão**. BAHIA ANÁLISE & DADOS, Salvador – BA, v.10 n.4 p.326-332, mar. 2001.

AQUINO, A.M de; OLIVEIRA, A.M.G; LOUREIRO, D. C. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. **Circular técnica Emprapa**, Rio de Janeiro, v.1, n.12, p. 1-4, junho de 2005.

BLAZIN, Celestina Crocetta; GODOY, Amália Maria G. O. Selo verde: uma nova exigência internacional para as organizações. **Enegep**, Universidade Federal de Maringá, **2000**. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2000_E0131.PDF. Acesso em: 01/11/10.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). **Conama – Resolução 357**. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

COSTA, Mônica S. S. de M1. Desempenho de quatro sistemas para Compostagem de carcaça de aves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.692–698, set. de 2004.

COSTA, Mônica S. S. de M2. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.100-107, 2009.

CRAWFORD, C. Merle; BENEDETTO, C. Anthony Di. **New Products Management**. Singapore: McGraw-Hill Education, 2000. 552 p.

DAL MASO, Renato Antonio. A infra-estrutura de esgoto nas cidades do RS: serviços precários e águas poluídas despejadas nos rios. **Secretaria do Planejamento e Gestão**:

Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, Porto Alegre, v.49, p.1-23, dez de 2008.

DANILEVICZ, Ângela de Moura Ferreira. **Modelo para a condução de decisões estratégicas associadas ao gerenciamento da inovação em produtos**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

DA SILVEIRA, Giovani; BORENSTEIN, Denis; FOGLIATTO, Flavio S. Mass Customization: literature review and research directions. **International Journal of Production Economics**, v. 72, n. 1, p. 1-13, junho de 2001.

ELIAS, Sérgio José Barbosa; PRATA, Auricélio Barros Prata; MAGALHÃES, Luciane Carneiro. Experiência de implantação da Produção mais Limpa. Estudo de múltiplos casos. **XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção**, Florianópolis, nov. de 2004. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep1005_0450.pdf. Acesso em: 01/11/10.

ELKINGTON, Jonh. **Cannibals with forks**: the triple bottom line of 21st century busines. Oxford : Capstone Publishing, 1999. 402 p.

FAGUNDES, Alexandre B.; VAZ, Caroline R; HATAKEYAMA, Kazuo. A relação entre os custos e receitas ambientais como principal indicador do desempenho econômico ambiental das organizações. **Revista Produção Online**, Santa Catarina, v.9, n.2, p.442-465, set. de 2009.

FILHO, Antonio Romão Alves da Silva. Sistema de gestão ambiental como estratégia empresarial no ramo hoteleiro. **Revista Produção Online**, Santa Catarina, v.8, n.3, p.442-465, set. de 2008.

FONTENELE, Sávio de Brito; GUIMARÃES, José Leonardo da Silveira; SABIÁ, Rodolfo José. Legislação ambiental versus tecnologia limpa: uma reflexão junto ao setor industrial do Triângulo Crajubar. **XXVI ENEGEP**, Fortaleza, out. de 2006. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR560372_7575.pdf. Acesso em: 01/11/10.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175 p.

GONÇALVES, R.B.; NASCIMENTO, L.F. Impacto da aplicação de técnicas de produção mais limpa: Caso Pigozzi. **PORTAL GESTÃO AMBIENTAL UFRGS**. Disponível em: http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/pml_art_02.pdf. Acesso em: 21/6/11.

GREENPEACE. Disponível em: http://noalaincineracion.org/wp-content/uploads/PRODUCAO_LIMPA_GREENPEACE3.pdf. Acesso em: 20/6/11.

HANSEN, Don R. **Gestão de custos**: contabilidade e controle. São Paulo: Pioneira, 2001. 783 p.

JUNIOR, A.M.L; et al. Sistema de tratamento alternativo de efluentes utilizando macrófitas aquáticas: um estudo de caso do tratamento de efluentes frigoríficos por pistia stratiotes e eichhornia crassipes. **Caminhos de geografia**, Uberlândia, v.8, n23, p.8-19, 2005.

JÚNIOR, Marco A. P. O. Compostagem da Fração Sólida da água residuária de suinocultura. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.483-491, set. de 2009.

LEMAGO, Fabiane Pinto; Vidal, Ribas Antonio. Fitorremediação: Plantas como agentes de despoluição? Pesticidas: ecotoxicol. **E meio ambiente**, Curitiba, v. 17, p. 9-18, dez de 2007.

LEMONS, A. D.; NASCIMENTO, L.F. A produção limpa como geradora de inovação e competitividade. **PORTAL GESTÃO AMBIENTAL UFRGS**. Disponível em: http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/agro_art_11.PDF. Acesso em: 21/6/11.

MONT, O.K.; Clarifying the concept of product-service system. **Journal of Cleaner Production** 2002, Lund, v.10, n.3, p.237-245, 2002.

NEVES, José Luis. Pesquisa Qualitativa - Características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v.1, n.3, p. 1-5, set. 1996.

OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; AQUINO, Adriana Maria de; NETO, Manoel Teixeira de Castro. Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico. **Embrapa**, Cruz das Almas, dez de 2005.

PESSIN, Neide, et al. Desenvolvimento de Composteiras para Fração orgânica dos Resíduos Gerados em Município com Missão Turística. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental, 23, 2006, Caxias do Sul. **Anais do Congresso**. p. 1-6.

PIRES, F.R, et al. – Fitorremediação de Solos Contaminados com Herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.335-341, agosto de 2003.

SENAI – CNTL a. **O que é produção mais limpa?**
http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/Qual%20a%20vantagem%20de%20se%20adotar%20Produ%20E7%E3o%20mais%20Limpa.pdf. Acessado em: 20/10/10.

SENAI – CNTL b. **Qual a vantagem de se adotar a produção mais limpa?**
http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/PmaisL%20e%20DS.pdf. Acessado em: 20/10/10.

SENAI – CNTL c. **Como implantar a produção mais limpa.**
http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/O%20que%20E9%20Produ%20E7%E3o%20mais%20Limpa.pdf. Acessado em: 20/10/10.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI** : desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel/Fundap 1993.

SALATI, E. Controle de qualidade de água através de sistemas de wetlands contruídos. **FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.** Disponível em: [http://www.fbds.org.br/fbds/Apresentacoes/Controle Qualid Agua Wetlands ES ou t06. pdf](http://www.fbds.org.br/fbds/Apresentacoes/Controle%20Qualid%20Agua%20Wetlands%20ES%20ou%20t06.pdf). Acesso em: 22/5/11.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3.ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2005. 425p.