



## GESTÃO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DO BIODIESEL: UM ESTUDO DA CRIAÇÃO DE VALOR NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Recebido: 05/01/2014

Aprovado: 01/03/2014

<sup>1</sup>Stella Maris Lima Altoé  
<sup>2</sup>Simone Bernardes Voese

### RESUMO

Os resíduos, sejam eles sólidos ou líquidos, são inerentes a diversos processos industriais e requerem tratamentos especializados. O objetivo desta pesquisa é avaliar o processo de criação de valor na cadeia de suprimentos a partir da gestão sustentável dos resíduos oriundos da indústria de biodiesel. A abordagem metodológica foi o estudo de caso múltiplo, com a utilização de dados bibliográficos, documentais e análise de discurso. Os dados foram coletados por meio de entrevistas com os gestores das empresas analisadas. Os achados sugerem que a gestão de resíduos possibilita a criação de valor na cadeia de suprimentos do biodiesel. Constata-se também que, a partir desse gerenciamento, ocorre a preservação ambiental, a incidência de multas é reduzida ou até mesmo eliminada e ainda há cooperação econômica entre as empresas que possuem atividades distintas, mas compõem a cadeia de suprimentos do biodiesel.

**Palavras-chave:** gestão de resíduos, criação de valor, cadeia de suprimentos da indústria de biodiesel.

---

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Brasil  
E-mail: [stella.altoe@gmail.com](mailto:stella.altoe@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil  
Professora do Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal do Paraná - UFPR  
E-mail: [simone.voese@gmail.com](mailto:simone.voese@gmail.com)



**RESIDUE MANAGEMENT OF BIODIESEL INDUSTRY: A STUDY OF VALUE CREATION IN  
THE SUPPLY CHAIN**

**ABSTRACT**

Residues, whether solid or liquid, are inherent to many industrial processes, and require specialized treatments. The purpose of this research is to evaluate the process of creating value in the supply chain, from the sustainable management of residues in the biodiesel industry. The methodological approach was a multiple case study, with the use of bibliographic data, documents and discourse analysis. Data were collected through interviews with managers of the companies analyzed. The findings suggest that residue management enables

the creation of value in the supply chain of biodiesel. It is also noted that from this management, environmental preservation occurs, the incidence of fines is reduced or even eliminated, and there are still economic cooperation between the companies that have different activities but are a part of the supply chain of biodiesel.

**Keywords:** residue management, value creation, supply chain industry of biodiesel

**GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL BIODIESEL: UN ESTUDIO DE LA  
CREACIÓN DEL VALOR EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

**RESUMEN**

Los residuos, ya sean sólidos o líquidos, son inherentes a muchos procesos industriales y requieren tratamientos especializados. El objetivo de esta investigación es evaluar el proceso de creación del valor en la cadena de suministro, desde la gestión sostenible de los residuos de la industria del biodiesel. El enfoque metodológico fue el estudio de casos múltiples, con el uso de los datos bibliográficos, documentación y análisis del discurso. Los datos fueron recolectados a través de entrevistas con los gerentes de las empresas analizadas. Los hallazgos sugieren que la gestión de

residuos permite la creación del valor en la cadena de suministro del biodiesel. Se observa también que a partir de esta gestión, se produce la conservación del medio ambiente, la incidencia de la multa se reduce o incluso es eliminada, y hay cooperación económica aún entre las empresas que tienen actividades distintas, pero es compuesta por la cadena de suministro de biodiesel.

**Palabras-clave:** gestión de residuos, creación del valor, cadena de suministro de la industria de biodiesel.



## 1 INTRODUÇÃO

Desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel produzido no Brasil tem em sua composição 5% de biodiesel, um combustível fabricado a partir de plantas oleaginosas (soja, algodão, palma, mamona, girassol e canola), gordura animal e óleos residuais de frituras. O Brasil é considerado um dos maiores produtores e consumidores do mundo de biodiesel, com expectativas de crescimento até 2020 (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, 2012; Petrobras, 2012). O aumento, de 4% para 5%, da proporção de biodiesel na composição do óleo diesel, contribuiu para a elevação da formação de resíduos sólidos orgânicos (Gentil, Serra, & Castro, 2012).

Os resíduos orgânicos, quando não gerenciados adequadamente, podem ocasionar poluição ambiental e potenciais riscos à saúde (Li, Zheng, Cai, Garza, Yu & Zhou, 2011). Caso sejam descartados sem nenhum tratamento, podem comprometer o solo, a água e o ar. Dada a preocupação com o meio ambiente e a presença de legislações cada vez mais rigorosas, é imprescindível que empresas e pessoas adotem ferramentas que amenizem ou eliminem os impactos advindos do descarte de resíduos sem tratamento ao meio ambiente. Nas últimas décadas, as empresas começaram a observar os problemas ambientais decorrentes dos processos industriais a partir da percepção que os recursos naturais são finitos e que a falta de atenção a isso pode impactar no aceleramento do processo de destruição da biosfera terrestre (Wissmann, Hein, & Neuls, 2012).

É importante que as organizações desenvolvam projetos voltados à redução dos impactos ambientais, uma vez que esses investimentos são benéficos a todas as partes interessadas (Rodrigues & Duarte, 2011). De acordo com Salhofer, Wassermann e Binner (2007), a partir de 1980 sistemas complexos de gerenciamento de resíduos foram implantados em países industrializados, compreendendo a distinção entre fontes recicláveis e resíduos perigosos. Além disso, procedimentos específicos como instalações de reciclagens e compostagem foram difundidos.

Os resíduos sólidos provenientes do biodiesel apresentam grandes potenciais e possibilidades de serem utilizados no mercado, possibilitando retornos econômicos (Gentil, Serra, & Castro, 2012). A agregação de valor decorre do relacionamento entre empresas que prestam serviços técnicos à indústria geradora dos resíduos, que não são especializadas (em grande parte dos casos) no tratamento de seus rejeitos, além de

considerarem questões de custo-benefício, e recorrem a serviços terceirizados.

Na Tanzânia, foi realizado um estudo considerando as práticas de geração, armazenamento, coleta, transporte e tratamento final de resíduos sólidos industriais. Verificou-se que 89% das indústrias realizam o gerenciamento dos resíduos, sendo que 40% recorrem a serviços terceirizados (Mbuligwe & Kaseva, 2006).

Nesse sentido, o ambiente empresarial tem possibilitado a integração entre as partes a partir de relacionamentos interorganizacionais e constituição de parcerias. O estabelecimento de parcerias entre empresas, no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos, possibilita a constituição de uma cadeia de suprimentos sustentável, com o preceito de otimizar o processo a partir da redução de custos e maximização dos resultados dos agentes que se relacionam (Carlini, 2002).

Verifica-se que as parcerias contribuem para a melhoria do desempenho econômico das empresas (Gonçalves & Heliodoro, 2005) e as ações sustentáveis possibilitam um diferencial competitivo a partir da agregação de valor aos envolvidos no processo (Souza & Mello, 2011). Portanto, uma visão ampla da gestão de resíduos é um dos desafios das empresas, uma vez constatados os interesses entre as partes e a constante troca de recursos (Bleil, Souza, & Diehl, 2008).

Assim, o estudo propõe responder à seguinte questão de pesquisa: de que forma a gestão de resíduos provenientes da cadeia de biodiesel possibilita a criação de valor ao longo da cadeia de suprimentos? Logo, o objetivo da pesquisa consiste em avaliar o processo de agregação de valor à cadeia de suprimentos, a partir da gestão de resíduos oriundos da indústria de biodiesel.

A relevância da pesquisa reside em evidenciar que, a partir do gerenciamento de resíduos do biodiesel, é possível a integração de diferentes empresas, possibilitando agregação de valor à cadeia. Wissmann, Hein e Neuls (2012) enfatizam que os resíduos podem ser destinados à valorização econômica. Assim, a indústria, ao gerir os resíduos provenientes de sua produção, contribui para a redução dos impactos ambientais, diminui os riscos de possíveis doenças e ainda transmite uma imagem social positiva.

Para atingir o objetivo proposto, este artigo está estruturado em seis seções, além desta introdução. Em seguida, é apresentado o referencial teórico de gerenciamento de resíduos e criação de valor na cadeia de suprimentos. Na sequência, a estrutura metodológica, seguida pela descrição e análise dos resultados. Finalizando o



texto, são apresentadas as considerações finais e, por fim, as referências.

## 2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Os processos industriais cada vez mais complexos demandam das organizações o gerenciamento de diversos tipos de resíduos. Ferreira (2006) afirma que a emissão de resíduos sólidos e líquidos são degradações que causam impactos ambientais negativos e precisam de tratamentos específicos. Esses tratamentos implicam na institucionalização da gestão ambiental nas organizações, a fim de maximizar o retorno econômico a partir da preservação ambiental.

Considerando que a gestão ambiental é um sistema mais amplo, neste estudo destaca-se o subsistema de gestão de resíduos sólidos, que

identifica como alguns tipos de degradação ambiental podem impactar no desempenho econômico da entidade. A Lei Federal 12.305/2010, em seu art. 3º, inc. X, define o gerenciamento de resíduos sólidos como o “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Conforme prevê a legislação do Paraná (Lei 12.493/1999 e Decreto 6.674/2002), ilustrada no Quadro 1, cabe à empresa geradora dos resíduos a sua destinação final. Caso a legislação não seja cumprida, o patrimônio da entidade poderá sofrer impactos, com gastos com recuperação ambiental e em casos mais graves, ocasionar a descontinuidade das operações (Ferreira, 2006).

**Quadro 1 – Legislação do Paraná que regulamenta as responsabilidades da empresa geradora de resíduos**

Empresa geradora de resíduos	
Lei Estadual 12.493/1999	Art. 4º As atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, são responsáveis pelo seu condicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de área degradadas.
Decreto Estadual 6.674/2002	Art. 12º As atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, responsáveis pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, e tratamento e/ou destinação final; pelo passivo ambiental, bem como pela recuperação de áreas gerenciais degradadas, ficam sujeitas ao prévio licenciamento ambiental junto ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Fonte: Legislação Estadual

Como exemplo de gastos ambientais, a Petrobras foi multada em 50 milhões de reais pelo derramamento de 1,292 milhão de litros de petróleo na Baía de Guanabara após o rompimento de um duto de uma refinaria, em janeiro de 2010 (Folha de São Paulo, 2010). A empresa precisou recuperar a área degradada e indenizar as pessoas que viviam na região. Portanto, as entidades precisam adequar suas atividades às deliberações da legislação ambiental, a fim de manter sua continuidade, evitar multas e não prejudicar a população que reside na região.

Nas últimas décadas, a emissão de licenças para abertura e continuidade de atividades de impacto ambiental tornou-se mais rigorosa. Além disso, o aumento das inspeções pelos órgãos

competentes acarreta em multas bastante onerosas para os que infringem a legislação.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) classifica os resíduos sólidos e semissólidos em função de seus potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública e destaca que uma das responsabilidades das empresas é o gerenciamento adequado deles. Conforme determina NBR 10.004/04, os resíduos sólidos e semissólidos são resultantes de “atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Todavia, observa-se que os resíduos são produzidos em todos os estágios da vida humana, sendo que as indústrias são as grandes responsáveis pela emissão de grandes quantidades de resíduos.



Os resíduos sólidos, de acordo com a NBR 10.004/04, classificam-se em duas classes: classe I – perigosos; e classe II – não perigosos,

subdividido em classe II A – não inerentes e classe II B – inerentes (Quadro 2).

**Quadro 2 – Classificação dos resíduos**

Resíduos classe I – perigosos
Inflamabilidade
Corrosividade
Reatividade
Toxicidade
Patogenicidade
Resíduos classe II – não perigosos
Classe II A – não inerentes
Biodegradabilidade
Combustibilidade
Solubilidade em água
Classe II B – inerentes
Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: NBR 10.004/2004

Este estudo está fundamentado nas legislações que regulamentam os procedimentos, normas e critérios relativos à empresa geradora, transportadora e especializada na execução do

tratamento do resíduo. O Quadro 3 apresenta algumas leis estaduais e federais que estabelecem normas e procedimentos para o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos.



**Quadro 3 – Legislação que regulamenta o tratamento de resíduos sólidos**

Resíduos sólidos	
Lei Estadual 12.493/1999	Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências.
Decreto Estadual 6.674/2002	Aprova o Regulamento da Lei 12.493, de 22 de janeiro de 1999.
Portaria Instituto Ambiental do Paraná (IAP) 224/2007	Estabelece os critérios para exigência e emissão de Autorizações Ambientais para as Atividades de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.
Lei 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Decreto 7.404/2010	Regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

Fonte: Legislação Estadual e Federal

Espera-se que as empresas cumpram a legislação vigente, de modo que os impactos ambientais sejam minimizados. Há na literatura alguns estudos realizados nesse aspecto. No Brasil, Souza e Ribeiro (2004) analisaram a interação da indústria madeireira com o meio ambiente e, a partir dos resultados, observaram a necessidade de investimentos ambientais no processo produtivo para o reaproveitamento de resíduos sólidos da madeira. Oliveira e Ipiranga (2009) verificaram como as questões de sustentabilidade e a inovação na cadeia produtiva do caju se relacionam frente às considerações de especialistas da área. Outros estudos consideraram o gerenciamento de resíduos sólidos a partir de uma perspectiva da educação ambiental (Furiam & Gunther, 2006) ou, ainda, sob a ótica dos resíduos hospitalares (A. L. Pereira & Pereira, 2011), buscando compreender a cadeia de produção desses resíduos e o seu manejo sustentável.

O biodiesel é um produto ecologicamente correto e sua produção vem sendo explorada em todo o mundo para avaliar os impactos econômicos decorrentes do aumento de seu percentual na composição do óleo diesel. O processo produtivo a partir de etapas distintas possibilita culturas de biomassa alternativas (Andersen, Iturmendi,

Espinosa, & Diaz, 2012). A ANP (2012) relata que a ampliação do mercado de biodiesel no Brasil resultou em menores impactos ao meio ambiente, a partir da diminuição das principais emissões de gases dos veículos.

Portanto, a gestão de resíduos pressupõe que toda a cadeia de produção seja sustentável e economicamente viável. Além disso, há oportunidade para agregar valor econômico ao longo da cadeia de suprimentos.

### 3 CRIAÇÃO DE VALOR NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A cadeia de suprimentos corresponde ao aglomerado de organizações que contribuem de forma sequencial à produção e distribuição de produtos, compreendendo desde a atividade extrativa até a chegada ao consumidor final, englobando, assim, as atividades relacionadas com o fluxo e a transformação de bens (Moori & Zilber, 2003). Errasti, Beach, Oduoza e Apaolaza (2009) complementam afirmando que a finalidade da cadeia de suprimentos é coordenar e integrar todas as atividades, que compreendem planejamento, fornecimento, produção e entrega dos produtos, sendo fundamental o estabelecimento de parcerias



entre as organizações para que a vantagem competitiva seja otimizada. Li e O'Brien (1999) destacam que o lucro, o tempo de resposta, a rapidez de entrega e a eliminação de resíduos são formas de melhorar a eficiência e eficácia da cadeia de suprimentos.

Brito e Berardi (2010) ressaltam que a gestão sustentável da cadeia de suprimentos fundamenta-se na integração de questões ambientais e sociais a ela. Estudos como o de Andersen e Skjoett-Larsen (2009) e Linton, Klassen e Jayaraman (2007) são direcionados a esses aspectos.

Ressalta-se que as atividades do processo produtivo podem ser realizadas em ambientes e por empresas diferentes, caso do processo de terceirização de serviços, por meio do qual se espera que os custos sejam reduzidos e os resultados sejam maximizados. Bleil, Souza e Diehl (2008) relatam a ausência de estudos que descrevam e mensurem as atividades de um segmento. Brito e Berardi (2010) mencionam que são poucas as pesquisas que abordam o impacto da cadeia de suprimentos sustentável.

A cadeia de suprimentos direciona suas atividades para a maximização do valor global (Chopra & Meindl, 2003); além disso, o estabelecimento de parcerias possibilita a realização de investimentos comuns entre os agentes que se relacionam, favorecendo novas oportunidades de negócio (Moori & Zilber, 2003) e consequente criação de valor.

As organizações têm o objetivo de criação de valor e buscam a sustentabilidade das atividades desempenhadas (Souza & Rados, 2011). Sobre criação de valor, Porter (1985) entende que a empresa é o conjunto de atividades orientadas para a execução, produção, comercialização e entrega do produto ou serviço final.

As receitas ambientais congregam os recursos provenientes de vendas de subprodutos ou de materiais reciclados (Carvalho, 2007). Santos, Silva, Souza e Sousa (2001) afirmam que as receitas ambientais podem ser provenientes de prestação de serviços especializados em gestão ambiental, de vendas de subprodutos ou de participação no faturamento total decorrente de uma postura ambiental responsável.

Por sua vez, os custos ambientais podem não refletir em expectativa de benefícios futuros para a empresa (Ribeiro, 2006). Carvalho (2007) afirma que os gastos relacionados à preservação e recuperação ambiental devem ser classificados como custos. Para Azevedo, Gianlunppi e Malafaia (2007), ainda não existe um conceito na literatura que expresse de forma adequada o real significado do custo ambiental, sendo que alguns autores o

consideram como externalidade e outros como custo da qualidade.

Lu (2009) investigou os impactos dos custos ambientais das demandas dos passageiros em diferentes modelos de negócios aéreos e os resultados da pesquisa revelaram que as empresas com menores custos ambientais por passageiro são as que atuam na oferta de serviços de baixo custo.

Marelli e Miolo-Vitali (2008) identificaram as razões para a adoção corporativa de informações ambientais nos processos internos de tomada de decisão. A pesquisa destaca que os custos ambientais são mensurados de forma a melhorar a eficiência da informação ambiental e ajudar na difusão de práticas de contabilidade de custos ambientais.

Deste modo, este estudo analisou quais são as receitas e os custos ambientais decorrentes do processo de gerenciamento de resíduos na perspectiva da cadeia de valor do biodiesel. Entende-se que, a partir de uma gestão integrada, é possível reduzir os impactos ambientais e ainda agregar valor ao processo.

#### 4 METODOLOGIA

Esta pesquisa se classifica como um estudo descritivo e exploratório. Segundo Gil (1999), a pesquisa exploratória possui a finalidade de propiciar maior aproximação com um objeto de investigação pouco explorado.

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa classifica-se como qualitativa. Oliveira (1998) descreve que a pesquisa qualitativa é pertinente quando o pesquisador busca entender diversos fatores e elementos que refletem no procedimento de determinados fatos.

O desenvolvimento do estudo baseia-se no estudo de caso múltiplo. Conforme abordado por Yin (2005), os estudos podem ser provenientes de casos únicos ou múltiplos. Neste caso, a escolha da metodologia foi decorrente da possibilidade de investigar um maior número de variáveis que se relacionam ao processo de gerenciamento de resíduos sólidos. Yin (2005) descreve que o estudo de caso refere-se a uma pesquisa detalhada, sendo fundamentada na utilização de inúmeras fontes, inclusive com entrevista em profundidade.

Considerando o escopo do estudo, os dados foram coletados por meio de entrevistas em profundidade, com roteiro semiestruturado, possibilitando maior liberdade nas respostas dos entrevistados. Marconi e Lakatos (1999) descrevem que, nesse tipo de entrevista, o entrevistador segue um roteiro estruturado, entretanto se houver necessidade é possível incluir



novas questões para atingir o propósito da pesquisa.

Um protocolo de estudo de caso, no qual eram descritos os procedimentos gerais da pesquisa, foi desenvolvido e assinado pelas empresas, a fim de trazer maior confiabilidade ao estudo de caso e esclarecimentos aos entrevistados. Segundo Yin (2005), é fundamental que o protocolo seja elaborado quando se utiliza um projeto de caso múltiplo. Ressalta-se que as empresas solicitaram manter seus nomes em sigilo.

As entrevistas foram realizadas nas sedes das empresas com os gestores, em outubro de 2012. O roteiro utilizado foi elaborado a partir de revisão bibliográfica.

Após realizar as entrevistas e transcrevê-las, realizou-se a análise e interpretação dos dados, por meio de análise de discurso. A análise do discurso de entrevistas resgata o pensamento enquanto comportamento discursivo e fato social internalizado individualmente (F. Lefevre & Lefevre, 2005). Assim, foi possível identificar as informações sobre as atividades das empresas analisadas. Os resultados do estudo são apresentados a seguir.

## 5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS

O estudo foi realizado em três empresas localizadas no Paraná, denominadas indústria de biodiesel, empresa especializada no transporte de resíduos e empresa especializada no tratamento de resíduos. Tais denominações foram usadas para atender à solicitação de sigilo por parte das empresas participantes do estudo.

#### Indústria de biodiesel

A indústria de biodiesel foi fundada em 2005, tendo atualmente capacidade instalada de mais de 160 milhões de litros de biodiesel por ano, o que resulta em um faturamento anual de 324 milhões de reais. Considerando as três usinas instaladas em diferentes estados do Brasil – Minas Gerais, Bahia e Ceará –, a capacidade instalada corresponde a 324 milhões de litros de biodiesel por ano. A missão da indústria consiste em produzir e comercializar energias renováveis, produtos industriais e matérias-primas para alimentação animal utilizando padrões de classe mundial para fidelizar clientes, assegurando a rentabilidade dos acionistas e o comprometimento dos colaboradores e fomentando o desenvolvimento socioambiental.

Os investimentos na planta industrial estão relacionados à aquisição de maquinários como caldeira, refinaria, tanques de armazenamento destinados ao recebimento de matéria-prima e estocagem de produtos acabados. Destaca-se que, desde 2009, a indústria em análise tem participação paritária com a Petrobras para produção de biodiesel no Paraná.

Este estudo considera o gerenciamento de resíduos oriundos da indústria de biodiesel. A Lei Federal 11.097/2005 introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira e, em seu art. 6, inc. XXV, o define como sendo “[...] derivado de biomassa renovável para uso em motores à combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

Apesar dos benefícios associados ao biodiesel, grandes volumes de resíduos são gerados na produção de sua matéria-prima (Lima, Mendonça, Silva, Silva, & Roig, 2009). Na extração do óleo da mamona, ocorre a formação de um resíduo oriundo da prensagem da mamona, a torta da mamona (Leiras, 2006). Mota e Pestana (2011) explicam que a fase em que ocorre a extração do óleo vegetal dos grãos de oleaginosas é denominada de transesterificação dos óleos vegetais ou gorduras animais com álcoois, metanol ou etanol, juntamente com um catalisador básico, conhecido como hidróxido de sódio. Nessa etapa, os resíduos como a torta ou farelo e as cinzas são formados. As cinzas são oriundas do aquecimento das caldeiras.

Os resíduos são efetivamente tratados a partir da compostagem, técnica que mistura diferentes variedades de resíduos a fim de formar uma intensa atividade microbiana. Destaca-se que na leira, onde o processo ocorre, as temperaturas são elevadas, podendo chegar a 65° C (Royo, 2010).

As tortas de amendoim e mamona são compostas por cerca de 36% e 40% de proteínas, respectivamente, e por fibras. Com exceção da mamona, considerada tóxica, as outras oleaginosas geram tortas utilizadas para ração animal (Krause, 2008). Quando submetidas a um processo de tratamento especializado, as tortas podem ser utilizadas como adubo orgânico, contribuindo para a melhoria do solo e conseqüente aumento de produtividade, ou para a produção de alimentação animal (Mota & Pestana, 2011; Lima et al., 2009). Logo, considerando que o volume de produção é expressivo no processo produtivo do biodiesel, verifica-se a possibilidade de criação de valor a partir de um correto gerenciamento.

#### Empresa especializada no transporte de resíduos



A empresa atua no mercado há 24 anos e tem 20 funcionários. Suas atividades baseiam-se na coleta e transporte de resíduos sólidos e líquidos. A empresa é especialista nesse segmento, tem licenças ambientais concedidas pelo IAP e equipamentos adequados:

- 10 caminhões equipados com tanque metálico e bomba a vácuo, para sucção de resíduos líquidos e pastosos, com capacidade de 15.000 litros;
- dois caminhões equipados com guincho basculante para o transporte de caçambas, com capacidade de 5 m<sup>3</sup> e 10 m<sup>3</sup> (local que é transportado os resíduos sólidos);
- dois caminhões-trator mecânicos, com engate para caçamba ou carreta tanque;
- sete carretas-tanque com capacidade de 30.000 litros ou 27.000 toneladas;
- 100 caçambas com capacidade de 5 m<sup>3</sup> e 10 m<sup>3</sup>;
- duas bombas de transferência helicoidal elétrica, para transferência de resíduos líquidos e pastosos, utilizada quando o caminhão não consegue operar por sucção, ou quando é proibido o funcionamento de motores a combustíveis, caso específico das indústrias;
- três caminhões com equipamentos de hidrojateamento e vácuo à alta pressão, caso exista dificuldade na retirada dos resíduos por sucção.

O faturamento anual da empresa especializada no transporte de resíduos é de 2,22 milhões de reais.

#### Empresa especializada no tratamento de resíduos

Compreende uma unidade de processamento de fertilizantes orgânicos, devidamente licenciada junto ao IAP, para o recebimento de resíduos classe II e destinação final. A empresa é especializada no tratamento de resíduos orgânicos (vegetal e animal) oriundos, sobretudo, das atividades industriais. Atualmente a empresa tem 16 funcionários.

A produção de adubo é a principal atividade operacional da empresa e resulta num faturamento anual de 960 mil reais. No processo de transformação, os resíduos são 100% convertidos em adubo orgânico, a partir das seguintes etapas: recebimento dos resíduos (entrada); tratamento (decomposição microbiana); destinação final (saída), o produto curado e acabado, já como adubo orgânico. Salienta-se que a comercialização do adubo orgânico apresenta-se sob duas formas em função das etapas do processo produtivo. Na primeira opção, a empresa vende o produto direto da leira, o que demanda um processo produtivo mais acelerado e com

incidência de menores custos. O segundo cenário consiste no produto peneirado, de forma que mais uma etapa é agregada, resultando em um produto de melhor qualidade.

Com relação à estrutura a empresa possui:

- imóvel com área de 121.000 m<sup>2</sup> para armazenamento de resíduos orgânicos e posterior compostagem. Ressalta-se que a área precisa ser impermeabilizada com geomembrana para que não ocorra a contaminação do subsolo;
- planta industrial de peneiramento, secagem e embalagem de composto orgânico;
- duas pás carregadeiras com capacidade de movimentação de 3 m<sup>3</sup>, utilizada para movimentação das leiras em formação, carregamento de produtos acabados e demais atividades de movimentação de produtos.

## 5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na procura de resultados que venham evidenciar a agregação de valor a partir do gerenciamento de resíduos sólidos buscou-se, por meio do processo produtivo do biodiesel, verificar os benefícios econômicos provenientes do seu gerenciamento ao longo da cadeia de suprimentos, a partir das receitas e custos inerentes ao processo.

Na indústria do biodiesel, objeto deste estudo, o resíduo (torta) tem cerca de 70% de sua composição de origem animal (gordura animal) e 30% de origem vegetal (gordura vegetal). A legislação determina que as indústrias são responsáveis pela destinação final dos resíduos, uma vez que sua geração é decorrente do processo produtivo (Lei Estadual 12.493/1999; Decreto Estadual 6.674/2002).

Considerando que o processo de gerenciamento adequado de resíduos requer anuidades, especialistas e licenças ambientais específicas, a maioria das indústrias opta por terceirizar esses serviços, em função do custo-benefício. Com referência às licenças ambientais para as atividades geradoras, transportadoras e executoras de acondicionamento, a Lei Estadual 12.493/1999 dispõe, em seu art. 19, que o não cumprimento da legislação acarreta em penalidades administrativas tais como:

I - multa simples ou diária, correspondente no mínimo a R\$ 500,00 e, no máximo, a R\$ 50.000,00, agravada no caso de reincidência específica;

II - perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;

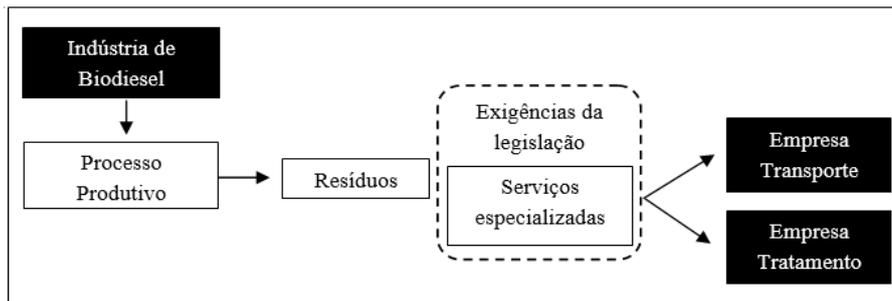


III - perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimento oficial de crédito;  
IV - suspensão da atividade;  
V - embargo de obras;

VI - cassação de licença ambiental (Lei Estadual 12.493/1999).

A partir dos resíduos gerados na indústria de biodiesel, foi verificado o valor das receitas e custos decorrentes do processo de gerenciamento, na perspectiva da cadeia de suprimentos do biodiesel (Figura 1).

Figura 1 – Cadeia de suprimentos investigada



Fonte: Os autores (2013).

A análise dos dados baseia-se em valores anuais, considerando o volume de resíduos gerados ao longo do processo produtivo da indústria de biodiesel. A base para a mensuração das quantidades de resíduos provenientes das indústrias é o quilograma ou toneladas (Wissmann, Hein, & Neuls, 2012).

Na indústria de biodiesel observa-se, na Tabela 1, que o custo para o transporte dos resíduos varia de R\$ 60,00 a R\$ 80,00 a tonelada, dependendo do tipo. Considerando que a indústria em questão produz o volume de 2.400 toneladas ao ano, sendo 1.920 toneladas de cinzas e 480 toneladas de borra (torta), ao fim do ano o custo total de transporte resulta em R\$ 153.600,00. Por sua vez, o custo unitário para o tratamento de resíduos, cinza e borra, é de R\$ 40,00 por tonelada. Destaca-se que, independente do resíduo ser cinza ou borra, o custo é o mesmo. Portanto, considerando o peso, a indústria de biodiesel apresenta um custo anual referente ao tratamento de R\$ 96.000,00. Dessa forma, para a indústria de biodiesel, o custo final do gerenciamento dos

resíduos sólidos é de R\$ 249.600,00 ao ano. Contudo, caso a indústria não atenda à legislação, há a incidência de multas que variam de R\$ 500,00 a R\$ 50.000,00 ao dia, podendo chegar até a suspensão das atividades (Lei Estadual 12.493/1999), além da degradação da imagem da empresa.

Assim, fica evidente a importância de a empresa geradora de resíduos fazer o adequado manejo, tendo em vista que as multas são expressivas e diárias. Nesse caso, supondo que a empresa deixe de fazer o tratamento de resíduos e que haja a incidência de multa diária no valor de R\$ 50.000,00, ao longo de cinco dias o valor da multa, de R\$ 250.000,00, é praticamente igual ao valor dos custos anuais de R\$ 249.600,00 (Tabela 1). Portanto, o montante desembolsado anualmente pela indústria de biodiesel contribui, mesmo que indiretamente, para a agregação de valor da empresa, uma vez que a mesma não precisa realizar novos desembolsos e mantém em continuidade suas atividades.



Tabela 1 – Custos de transporte e tratamento de resíduos da indústria de biodiesel

Resíduos	Volume/ano em toneladas	Custo/un. em R\$	Custo /ano em R\$
Transporte de resíduos			
Cinza	1.920	60,00	115.200,00
Borra	480	80,00	38.400,00
Total custo transporte/ano em R\$			153.600,00
Tratamento de resíduos			
Cinza + borra	2.400	40,00	96.000,00
Total custo tratamento/ano em R\$			96.000,00
Total custo indústria de biodiesel/ano em R\$			249.600,00

Fonte: Os autores (2013).

As empresas especializadas em transporte e tratamento de resíduos sólidos necessitam cumprir alguns requisitos para poderem desempenhar suas atividades, como:

- requerimento de licença ambiental;
- cadastro de caracterização do resíduo;
- cópia da licença de operação do empreendimento gerador e do receptor do resíduo;
- laudo de classificação de acordo com a NBR 10.004/04 – *Resíduos Sólidos – Classificação*;
- laudo de análises físico-químicas dos resíduos sólidos, contendo as características e os componentes minoritários e majoritários encontrados;
- projeto para utilização agrícola de resíduos, elaborado pelo técnico habilitado e apresentado de acordo com as diretrizes específicas deste IAP (somente para o caso de utilização agrícola de resíduos);
- autorização ou declaração de aceitação dos resíduos, emitida pela autoridade ambiental competente dos estados receptores dos resíduos, no caso de transporte

de resíduos para outros estados da Federação e,

h) comprovante de recolhimento de taxa ambiental (ficha de compensação bancária) de acordo com o estabelecido na Lei Estadual 10.233/92 (Portaria IAP 224/2007).

Tendo em vista que o cálculo da taxa ambiental é decorrente do porte do empreendimento (Lei Estadual 10.233/92), e ainda considerando que as empresas de transporte e tratamento são de pequeno porte, o valor do recolhimento da taxa não é representativo.

Tratando especificamente da empresa de transportes, constatou-se que outros custos, além das licenças ambientais, são inerentes ao processo. A partir da entrevista com o gestor, foi relatado que o custo é estimado com base na receita auferida pelo transporte do resíduo, onde percentuais pré-definidos – de mão-de-obra direta (MOD), combustível, manutenção/depreciação dos caminhões e pedágio – são aplicados à receita (Tabela 2). Os custos do pedágio são considerados uma vez que a indústria de biodiesel e a empresa de tratamento de resíduos estão situadas em municípios distintos.



**Tabela 2 – Custos de transporte da empresa especializada no transporte de resíduos**

Custos - empresa de transporte		
Transporte de resíduos		
Base de cálculo = receita de transporte		153.600,00
MOD	15%	23.040,00
Combustível	30%	46.080,00
Manutenção / depreciação	8%	12.288,00
Pedágio	1%	1.536,00
<b>Total custo transporte/ano em R\$</b>		<b>70.656,00</b>

Fonte: Os autores (2013).

Com relação ao tratamento dos resíduos, verifica-se que são dois os momentos de ingressos de recursos na empresa especializada no tratamento. O primeiro momento refere-se à recepção dos resíduos industriais, onde a responsabilidade pelo seu gerenciamento é transferida da indústria para a unidade de tratamento. Nesta etapa, a indústria de biodiesel é a responsável pelo pagamento do serviço. Assim, a receita proveniente pela recepção dos resíduos para a empresa de tratamento é de R\$ 96.000,00 ao ano.

A segunda fase corresponde às receitas oriundas da comercialização do produto final, o adubo orgânico, que pode ser vendido direto da

leira, ou após o processo de peneiramento, conforme a solicitação dos clientes. No que tange à comercialização do adubo na leira, tem-se que o preço de venda é de R\$ 70,00 a tonelada e os custos incidentes correspondem a cerca de 15%, representando R\$ 10,50 a tonelada. O segundo cenário refere-se ao adubo peneirado, que demanda a agregação de mais um processo para a formação do adubo, ocorrendo a incidência de novos custos para a movimentação da peneira. Assim, o preço de venda é de R\$ 110,00 a tonelada, superior ao cenário anterior, e o custo da tonelada é R\$ 33,00 (Tabela 3).

**Tabela 3 – Custos de tratamento sob a ótica da Empresa especializada no tratamento de resíduos**

Custos - Empresa de tratamento		
Tratamento de resíduos		
Adubo orgânico na leira (produto com impurezas)	PV/ tonelada	Custo de produção
	70,00	15%
Adubo orgânico peneirado	PV / tonelada	Custo de produção
	110,00	30%

Fonte: Os autores (2013)



Na Tabela 4 é apresentada uma simulação referente à venda de 1.200 toneladas de adubo orgânico, considerando as duas perspectivas descritas acima, venda direto da leira ou venda do adubo peneirado. Em decorrência da umidade do resíduo, a empresa especializada no tratamento

registra uma perda de aproximadamente 50% do peso do mesmo. Portanto, como são recebidas 2.400 toneladas de resíduo ao ano, após a perda tem-se cerca de 1.200 toneladas para serem transformadas em adubo orgânico.

Tabela 4 – Simulação de vendas de adubo orgânico

Simulação para venda de 1.200 toneladas		
	Adubo orgânico na leira	Adubo orgânico peneirado
Receita (venda)	84.000,00	132.000,00
Custos (produção)	12.600,00	39.600,00
<b>Resultado</b>	<b>71.400,00</b>	<b>92.400,00</b>

Fonte: Os autores (2013)

Na Tabela 5 é apresentado um cenário que retrata as receitas e os custos incidentes ao longo da cadeia de suprimentos do biodiesel. Analisando os custos anuais com transporte e tratamento dos resíduos na indústria de biodiesel de R\$ 249.600,00, conclui-se que há saída de recursos, mas que contribuem para que a empresa evite multas, preserve o meio ambiente e a manutenção de suas atividades. Portanto, a agregação de valor ocorre pela prevenção. Além disso, como mencionado anteriormente, as multas diárias referentes a impactos ambientais são bastante onerosas e, dependendo do valor, em poucos dias se igualaria ao custo anual do gerenciamento de resíduos.

Na empresa de transportes, a receita obtida é de R\$ 153.600,00 e os custos resultam em

R\$ 70.656,00, portanto o lucro da atividade corresponde a R\$ 82.944,00. Com base no faturamento anual de R\$ 2.220.000,00 constata-se que a indústria de biodiesel em análise no estudo tem uma contribuição de 4% nessa composição.

Na empresa de tratamento, o recebimento dos resíduos auferem uma receita de R\$ 96.000,00, todavia a empresa, ao receber os resíduos, se responsabiliza pelo seu adequado descarte ou transformação, caso contrário também poderá sofrer incidência de multa. Além disso, pela venda do adubo orgânico na leira, ocorre o ingresso de R\$ 132.000,00, sendo que R\$ 39.600,00 são referentes a custos do processo, logo, a empresa apresenta um retorno de R\$ 188.400,00. Ressalta-se que foi considerada a comercialização de 1.200 toneladas do adubo orgânico peneirado.



Tabela 5 – Resultado da cadeia de suprimentos do biodiesel

Resultado por empresa em R\$			
	Indústria de biodiesel	Empresa transporte	Empresa tratamento
Receita	-	153.600,00	228.000,00
	-	Transporte do resíduo 153.600,00	Recebimento do resíduo 96.000,00 Venda - adubo orgânico peneirado 132.000,00
Custos	249.600,00	70.656,00	39.600,00
	Transporte 153.600,00 Tratamento 96.000,00	MOD, combustível, manutenção, depreciação, pedágio 70.656,00	Tratamento do resíduo 39.600,00
Resultado por empresa	- 249.600,00	82.944,00	188.400,00
Agregação de valor	- Ambiental - Preservação da imagem - Manutenção da atividade	- Ambiental - Financeira	- Ambiental - Financeira

Fonte: Os autores (2013)

Portanto, ao longo da cadeia de suprimentos do biodiesel ocorreu efetivamente a criação de valor, tanto em aspectos ambientais como financeiros.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aspectos ambientais têm sido uma das preocupações das empresas, sobretudo em função da escassez dos recursos naturais e pela imposição de legislação reguladora. Os resíduos industriais, quando não gerenciados adequadamente, são os grandes responsáveis pela contaminação e degradação ambiental. Todavia, a formação de resíduos é inerente à maioria dos processos industriais.

Por isso, há a possibilidade de criação de valor ao longo da cadeia de suprimentos, uma vez que a indústria de biodiesel precisa realizar a destinação final dos resíduos originários de seu processo produtivo. Custos e receitas foram identificados no decorrer da análise, tendo em vista que a indústria contrata serviços terceirizados e especializados para o gerenciamento dos resíduos.

A opção pela terceirização é decorrente do processo burocrático referente à concessão de licenças ambientais, bem como da exigência de equipamentos adaptados pelos órgãos competentes, com bombas e materiais específicos para o manejo dos resíduos.

Assim, as grandes proporções de cinza e borra formadas anualmente no processo produtivo do biodiesel favorece a criação de valor ao longo de toda a cadeia analisada. Na perspectiva da indústria de biodiesel, o valor criado corresponde a aspectos relacionados com preservação ambiental, ausência de multas, transferência de responsabilidade para a indústria de tratamento dos resíduos, além de não haver a necessidade da realização de investimentos em maquinários específicos para o tratamento.

A empresa responsável pelo transporte obtém retornos satisfatórios, conseguindo arcar com seus custos sem dificuldades. Com relação à empresa especializada no tratamento, verificou-se que o retorno da atividade é superior ao da empresa de transporte, com ingresso de receitas em dois momentos: ao receber os resíduos e pela venda do adubo orgânico, resultado do processo de



compostagem, fase em que os resíduos são devidamente tratados para serem comercializados e utilizados como adubo ou ração animal. Ainda com relação a essa empresa, há duas possibilidades de comercialização do adubo orgânico, na leira ou peneirado. O adubo orgânico na leira apresenta receitas e custos mais baixos em função do processo produtivo ser mais simples, já o adubo peneirado demanda maiores custos em função dos valores incorridos para a movimentação da peneira.

Portanto, foi constatado que a gestão de resíduos possibilita a criação de valor ao longo da cadeia de suprimentos do biodiesel e o surgimento de outras atividades em função do tratamento especializado. Além disso, a partir do gerenciamento, a indústria cumpre com sua responsabilidade ambiental, evitando multas, degradação ambiental e propicia uma imagem ambientalmente correta para os *stakeholders*.

Como sugestão de novas pesquisas, estudos relacionados ao gerenciamento de resíduos podem ser realizados em outros segmentos. Além disso, recomendam-se estudos de casos múltiplos que contemplem mais empresas a fim de constatar a cooperação e os retornos apresentados.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (2012). *Biodiesel – introdução*. Retrieved from: <<http://www.anp.gov.br/?pg=60468&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1399416619720>>. Acesso em: 23 de outubro de 2012.
- Andersen, F., Iturmendi, F., Espinosa, S., & Diaz, M. S. (2012). Optimal design and planning of biodiesel supply chain with land competition. *Computers & Chemical Engineering*, 47, 170-182.
- Andersen, M., & Skjoett-Larsen, T. (2009). Corporate social responsibility in global supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(2), 75-86.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2004). *NBR 10.004: resíduos sólidos - classificação*. Retrieved from: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em: 23 de outubro de 2012.
- Azevedo, D. B. de, Gianluppi, L. D. F., & Malafaia, G. C. (2007). Os custos ambientais como fator de diferenciação para as empresas. *Perspectiva Econômica*, 3(1), 82-95.
- Bleil, C., Souza, M. A. de, & Diehl, A. A. (2008). Mensuração econômica da cadeia interna de valor do segmento madeireiro de pinus: um estudo de caso. *Gestão & Regionalidade*, 24(70), 44-58.
- Brasil (2005). *Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005*. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e dá outras providências.
- Brasil (2010). *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a política nacional de resíduos sólidos e dá outras providências.
- Brasil (2010). *Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010*. Regulamenta a Lei nº 12.305/2010 e dá outras providências.
- Brito, R. P. de, & Berardi, P. C. (2010). Vantagem competitiva na gestão sustentável da cadeia de suprimentos: um metaestudo. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, (2), 155-169.
- Carlini, G. (2002). *A logística integrada como ferramenta para a competitividade em uma agroindústria*. 113 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação, UFRS. Porto Alegre, UFRS.
- Carvalho, G. M. B. de. (2007). *Contabilidade ambiental: teoria e prática*. Curitiba: Juruá.
- Chopra, S.; & Meindl, P. (2003). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias, planejamento e operação*. São Paulo: Person.
- Errasti, A., Beach, R., Oduoza, C., & Apaolaza, U. (2009). Close coupling value chain functions to improve subcontractor manufacturing performance. *International Journal of Project Management*, 27(3), 261-269.
- Ferreira, A. C. de S. (2006). *Contabilidade ambiental: uma informação para o desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Atlas.
- Folha de São Paulo (2000). *Veja os principais vazamentos da Petrobras nos últimos 25 anos, 23 de julho de 2000*. Retrieved from: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u5494.shtml>>. Acesso em: 23 de outubro de 2012.
- Furiam, S. M., & Günther, W. R. (2006). Avaliação da educação ambiental no



- gerenciamento dos resíduos sólidos no campus da universidade estadual de feira de Santana. *Revista Sitientibus*, (35), 7-27.
- Gentil, R. M., Serra, J. C. V., & Castro, R. B. D. (2012). Resíduos sólidos orgânicos provenientes da extração de oleaginosas para biodiesel e seus potenciais de uso. *Geoambiente On-line*, (18).
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas.
- Gonçalves, S. S., & Heliodoro, P. A. (2005). A contabilidade ambiental como um novo paradigma. *Revista Universo Contábil*, 1(3), 81-93.
- Instituto Ambiental do Paraná (IAP) (2012). *Resíduos sólidos – Legislação*. Retrieved from: <  
<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=276>>. Acesso em: 23 de outubro de 2012.
- Krause, L. C. (2008). *Desenvolvimento do processo de produção de biodiesel de origem animal*. 130 f. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-Graduação, UFRS. Rio Grande do Sul, UFRS.
- Lefevre F.; & Lefevre, A. M. C. (2005). *Depoimentos e discursos: uma proposta de análise em pesquisa social*. Brasília: LiberLivro.
- Leiras, A. (2006). *A cadeia produtiva de biodiesel: uma avaliação econômica para o caso da Bahia*. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, PUC-Rio. Rio de Janeiro, PUC-Rio.
- Li, D., & O'Brien, C. (1999). Integrated decision modelling of supply chain efficiency. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 147-157.
- Li, Q., Zheng, L., Cai, H., Garza, E., Yu, Z., & Zhou, S. (2011). From organic waste to biodiesel: black soldier fly, *hermetia illucens*, makes it feasible. *Fuel*, 90(4), 1545-1548.
- Lima, C. C., Mendonça, E. S., Silva, I. R., Silva, L. H., & Roig, A. (2009). Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 13(3), 334-340.
- Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: an introduction. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1075-1082.
- Lu, C. (2009). The implications of environmental costs on air passenger demand for different airline business models. *Journal of Air Transport Management*, 15(4), 158-165.
- Marconi, M. D. A.; & Lakatos, E. M. (1999). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. São Paulo: Atlas.
- Marelli, A.; & Miolo-Vitali, P. (2008). Environmental cost accounting in Italy: a research note. In.: *Australasian Conference on Social and Environmental Accounting Research*. University of South Australia, 7th, Adelaide, South Australia December 7th to 9th. Anais.
- Mbuligwe, S. E., & Kaseva, M. E. (2006). Assessment of industrial solid waste management and resource recovery practices in Tanzania. *Resources, conservation and recycling*, 47(3), 260-276.
- Moori, R. G., & Zilber, M. A. (2003). Um estudo da cadeia de valores com a utilização da análise fatorial. *Revista de Administração Contemporânea*, 7(3), 127-147.
- Mota, C. J. D. A., & Pestana, C. F. D. M. (2011). Co-produtos da produção de biodiesel. *Revista Virtual de Química*, 3(5), 416-425.
- Oliveira, L. G. L., & Ipiranga, A. S. R. (2009). Sustentabilidade e inovação na cadeia produtiva do caju no Ceará. *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 7(2), 252-272.
- Oliveira, S. L. (1998). *Tratado de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.
- Paraná (1992). *Lei nº 10.233, de 28 de dezembro de 1992*. Institui a taxa ambiental e adota outras providências.
- Paraná (1999). *Lei nº 12.493, de 5 de fevereiro de 1999*. Estabelece princípios e adota outras providências.



- Paraná (2002). *Decreto nº 6.674, de 4 de dezembro de 2002*. Aprova o regulamento da Lei nº 12.493/1999 e adota outras providências.
- Paraná (2007). *Portaria IAP nº 224, de 5 de dezembro de 2007*. Estabelece os critérios para a exigência e emissão de autorizações ambientais para as atividades de gerenciamento de resíduos sólidos.
- Pereira, A. L., & Pereira, S. R. (2011). A cadeia de logística reversa de resíduos de serviços de saúde dos hospitais públicos de Minas Gerais: análise a partir dos conceitos da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 24, 185-199.
- Petrobras (2012). *Bicombustível*. Retrieved from: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/producao-de-biocombustiveis/>>. Acesso em: 18 de novembro de 2012.
- Porter, M. E. (1985). *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus.
- Ribeiro, M. de S. (2006). *Contabilidade ambiental*. São Paulo: Saraiva.
- Rodrigues, J. J. M., & Duarte, M. M. R. (2011). Relato da responsabilidade social, ambiente e competitividade: Enquadramento teórico. *Revista Universo Contábil*, 7(4), 138-155.
- Royo, J. *Compostagem orgânica: tecnologia ambiental que também aumenta a produtividade*. Retrieved from: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21524&secao=Agrotomas&t=Embrapa%20Solos>>. Acesso em: 18 de novembro de 2012.
- Salhofer, S., Wassermann, G., & Binner, E. (2007). Strategic environmental assessment as an approach to assess waste management systems. Experiences from an Austrian case study. *Environmental Modelling & Software*, 22(5), 610-618.
- Santos, A. D. O., Silva, F. B. D., Souza, S. D., & Sousa, M. F. R. D. (2001). Contabilidade ambiental: um estudo sobre sua aplicabilidade em empresas brasileiras. *Revista Contabilidade & Finanças*, 12(27), 89-99.
- Souza, L. L. C. de, & Rados, G. J. V. (2012). Mecanismos que sustentam a competitividade de uma cadeia de valor terceirizada: o caso da maior distribuidora de energia elétrica do Brasil. *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 9(3).
- Souza, M. A., & Mello, E. (2011). Análise da cadeia de valor: um estudo no âmbito da gestão estratégica de custos de empresas da construção civil da grande Porto Alegre. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 8(15), 11-39.
- Souza, V. R. D., & Ribeiro, M. D. S. (2004). Aplicação da contabilidade ambiental na indústria madeireira. *Revista Contabilidade & Finanças*, 15(35), 54-67.
- Wissmann, M. A.; Hein, A. F.; & Neuls, H. (2012). Geração de resíduos: uma análise de ecoeficiência nas linhas de produção em uma indústria de laticínio e a influência sobre os custos ambientais. In: *Congresso Brasileiro de Custos*, 19, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.