

**LOGÍSTICA REVERSA E A DINÂMICA DE GERAÇÃO DE
RESÍDUOS: O CASO PORTO DE PARANAGUÁ**

***REVERSE LOGISTICS AND THE DYNAMIC OF RESIDUES
GENERATION: THE CASE OF THE PORT OF PARANAGUÁ***

Humberto Santiago Pazzini, MSc.

Universidade Federal Fluminense
humpazzini@yahoo.com.br

Aurélio Lamare Soares Murta, DSc.

Universidade Federal Fluminense
aureliomurta@yahoo.com.br

Cristina kurtz Motta, MSc.

Universidade Federal Fluminense
cristinakm@gmail.com

RESUMO

Os resíduos de soja gerados no Porto de Paranaguá, e em seu entorno, acarretam poluição, mau cheiro e atração de fauna sinantrópica nociva. O presente trabalho propõe uma nova logística reversa, calcada na produção de biodiesel, a partir dos resíduos de soja, gerados no Porto. A proposta da usina de biodiesel visa suprir parte da demanda por combustíveis e, conseqüentemente, reduzir problemas e desperdícios ocasionados pelo descarte subaproveitado destes resíduos, que atualmente, são enviados para a compostagem. Os resultados mostraram que esta nova proposta, além de sustentável, pouco modificaria a atual cadeia logística, visto que, apesar do volume expressivo, a usina só utilizaria os resíduos de soja, e, por conseguinte, pouco impactaria o gerenciamento dos outros tipos de resíduos.

Palavras-chave: Resíduos, soja, logística reversa, biodiesel, Porto de Paranaguá.

ABSTRACT

The soybean residues generated in the Porto of Paranaguá cause pollution, stench and noxious synanthropic fauna attraction in the port and its surroundings. This paper proposes a new reverse logistics, based on the production of biodiesel from soybean residues generated in the Port of Paranaguá. The proposed biodiesel plant aims to supply part of the demand for fuels and thereby reduce problems and waste caused by the discard of these residues, which currently are sent for composting. The results showed that the new proposal, besides sustainable, only slightly modifies the current logistics chain, since, despite the significant volume, the plant would use only the soybean residues, and therefore would cause little impact on the management of the other kinds of residues.

Keywords: *Residues, soybean, reverse logistics, biodiesel, Port of Paranaguá.*

1 INTRODUÇÃO

Os portos são naturalmente grandes geradores de resíduos. O Porto de Paranaguá, não é diferente. Atualmente, os resíduos da soja e de outros cereais, dispostos nos pátios do Porto e adjacências, têm causado poluição ambiental, proliferação da fauna sinantrópica nociva e mau cheiro. A poluição torna o ar, em determinadas épocas do ano, pouco respirável, inclusive em alguns pontos do Município de Paranaguá, sobretudo nos dias quentes e úmidos.

Os grãos do Porto passam por triagem e seguem para os terminais, quando são transportados por esteiras até o carregamento das embarcações. Nesses pontos, em razão da manutenção inadequada de correias e equipamentos, aliada a treinamentos insuficientes e a problemas logísticos, ocorre significativo desperdício de grãos e cereais, e conseqüente geração de resíduos.

Esse grande volume de resíduos provenientes das atividades portuárias são, em geral, subaproveitados, ocasionando desperdícios e impactos ambientais. Em face aos problemas

apresentados, dentre as alternativas potenciais, sobretudo as sustentáveis e tecnicamente viáveis, destacam-se a implantação e operação de uma usina produtora de biodiesel a partir dos resíduos de soja gerados no Porto.

Visto que o Brasil apresenta um elevado potencial para a produção de biodiesel, sobretudo de óleo de soja, que corresponde com 83% do total, a implantação da usina de resíduos de soja é uma potencial alternativa para mitigar os impactos gerados pelo Porto de Paranaguá. Além das fontes renováveis como óleo vegetais, a exemplo, do dendê e mamona, este combustível pode ser obtido a partir de gordura animal e residual - fritura de alimentos (Agência Nacional do Petróleo – ANP (2012)).

Tendo em vista a grande quantidade de resíduos de soja gerados no Porto de Paranaguá, a tecnologia sustentável existente e os impactos negativos causados no Porto e adjacências, este trabalho objetivou estudar e propor uma nova cadeia logística para a soja, indicando a viabilidade de implantação e operação de uma usina de biodiesel. Especificamente, pretendeu-se identificar e analisar os principais problemas acarretados pelos diversos resíduos do Porto, bem como descrever a atual cadeia logística da soja.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção de revisão são abordados os conceitos de logística reversa, a produção e o mercado do biodiesel, bem como as suas fontes de matéria-prima, destacando o papel desse biocombustível para a economia e para a mitigação de impactos socioambientais.

2.1 Logística reversa e meio ambiente: desafios e oportunidades na gestão de resíduos

A logística direta, que trata da aquisição da matéria-prima, do armazenamento, da movimentação e do transporte, desde a produção até o consumidor, é um campo muito estudado e com conceitos bem definidos. Por outro lado, a logística reversa, que engloba o fluxo de produtos do consumidor as suas origens, mesmo sendo associada à sustentabilidade e com grande destaque nos dias atuais é ainda um campo em construção (LEITE, 2009, p. 25).

Para Kumar e Malegeant (2005) a logística reversa abrange a coleta, a inspeção/separação, o descarte, redistribuição e o reprocessamento de bens ou produtos. Merece destaque esta definição, uma vez que se refere aos produtos beneficiados ou reprocessados, para que estes ou parte de seus componentes sejam reaproveitados na forma de biodiesel, biogás, compostagem ou reciclagem, entre outras formas.

Pela Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos/PNRS - que institui a logística reversa no país, as indústrias serão responsáveis pelo ciclo de vida das embalagens dos seus respectivos produtos e o governo priorizará a aquisição de bens que possam ser reciclados ou reutilizados e daqueles que de alguma forma contribuam para a mitigação dos impactos socioambientais. Salienta-se que o recolhimento e reaproveitamento de produtos poupam matéria-prima virgem e, por conseguinte, recursos minerais e energéticos. A lei ainda institui, a responsabilidade dos portos pelo tratamento e destino adequado dos resíduos descartados em suas respectivas áreas, incluindo o processo de logística reversa, quando necessário.

A despeito das oportunidades, os desafios para a implantação e gestão de uma logística reversa efetiva são imensos, passando desde o *trade-off* entre meio ambiente e viabilidade econômica, como aplicação e fiscalização da PNRS/2010, até a conscientização de consumidores quanto à importância do tema.

2.2 Mercado do biodiesel e sua dinâmica na geração de energia

O biodiesel é uma denominação genérica para combustíveis, alternativo ao óleo diesel, derivado de fontes renováveis, tais como óleos vegetais (soja, milho, dendê, mamona, palma, amendoim), gordura animal (sebo bovino, gordura de frango) e óleo residual de fritura. (HOLANDA, 2004, p. 20).

Na produção de biodiesel por transesterificação, o objetivo é transformar as características do óleo vegetal, de forma que essas fiquem semelhantes à do diesel. A transesterificação consiste na separação da glicerina do óleo vegetal. Durante o processo, a glicerina é removida do óleo vegetal, deixando-o mais fino e reduzindo sua viscosidade. A

transesterificação consiste numa reação química, que requer a adição de álcool metanol ou etanol e catalisador ao óleo vegetal. Ao término deste processo, o principal produto é o biodiesel (éster) e como subproduto, temos a glicerina. (Parente, 2003, p. 23). Essa reação (via metflica) que, nada mais é do que a etapa de conversão, do óleo vegetal, em biodiesel, é descrita abaixo (Figura 1).

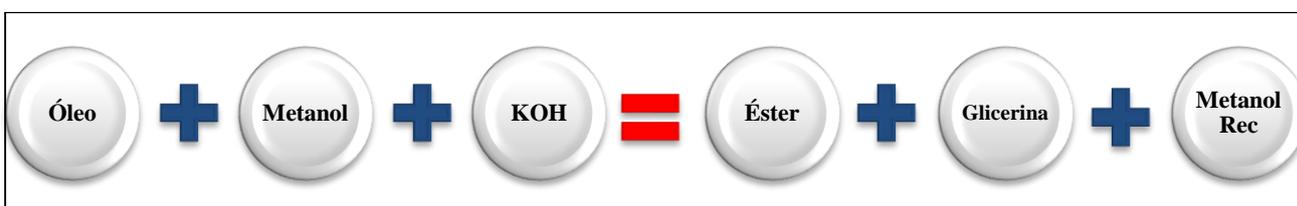


Figura 1. Reação de transesterificação
Fonte: Parente, 2003, p. 23.

O processo de produção de biodiesel, desde o beneficiamento da matéria-prima até a obtenção do produto final é constituído, basicamente por duas etapas, a extração de óleo (esmagamento), seguida pela produção de biodiesel propriamente dita, descrita neste trabalho como transesterificação por rota metflica. O processo de extração mecânica de óleos vegetais tem o objetivo de extrair, sem a adição de solvente, o óleo contido no interior das oleaginosas. Desta etapa resulta o óleo e a torta, que pode ser comercializada, dependendo do beneficiamento, como ração animal ou fertilizante agrícola. (MURTA, 2008, p. 102).

O biodiesel apresenta uma série de vantagens em relação ao diesel de petróleo, que além de não renovável, leva um longo período para se formar. Além disso, é energia renovável e limpa; possui diversas fontes de matérias-primas e baixo risco de explosão, o que implica na relativa facilidade de transporte e armazenamento. No entanto, além de possuir poucos pontos de abastecimento, o biodiesel apresenta um custo de aproximadamente 1,5 a 3 vezes maior que do diesel mineral. Salienta-se que, se produzido, em larga escala, sobretudo pelo beneficiamento da soja e dendê, fontes potenciais do Brasil, serão necessárias grandes plantações, invadindo importantes áreas de biodiversidade. Embora, no Brasil, essas culturas não sejam utilizadas exclusivamente para a produção de biodiesel, essa preocupação deve ser considerada. (BIODIESELBR, 2012).

A respeito da profusão de matérias-primas, a soja responde por mais de 80% de todo o biodiesel produzido no Brasil. A concentração nesta oleaginosa é devido a sua cadeia produtiva bem estruturada, às opções de conversibilidade e a maneira como está estruturado o seu complexo. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2009).

Com base no exposto é possível concluir que o biodiesel é uma alternativa tecnicamente viável para o diesel, sobretudo considerando-se aspectos positivos, como diminuição dos impactos negativos ao clima global e meio ambiente, bem como a geração e manutenção de emprego.

3 FONTES DE DADOS E METODOLOGIA PARA A MONTAGEM DA REDE LOGÍSTICA

Tendo em vista o volume significativo de resíduos de soja descartados de forma subaproveitada, a tecnologia existente e os impactos ambientais no Porto Paranaguá, o presente trabalho teve por finalidade analisar o gerenciamento dos resíduos do Porto, bem como propor uma cadeia logística reversa, embasada na produção de biodiesel a partir dos resíduos desta oleaginosa. Saliencia-se, que a soja também é a maior geradora de resíduos do porto em questão e principal fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Brasil.

Para fins desse estudo, ressalta-se que o complexo da usina de resíduos de soja do Porto de Paranaguá foi elaborado com base na reação de transesterificação por rota metálica. Esse complexo seria constituído basicamente pela Unidade de Extração de Óleo (Esmagamento) e Unidade de Produção de Biodiesel (usina de biodiesel propriamente dita). Na proposta da nova cadeia logística, o resíduo de soja seria esmagado, gerando óleo e torta. Enquanto, a torta seria comercializada como fertilizante, o óleo, por sua vez, se juntaria ao KOH (catalisador), água e metanol (álcool) produzindo biodiesel, glicerol e alguns efluentes.

Neste estudo foi analisado o gerenciamento dos resíduos, sobretudo, os de soja gerados no Porto de Paranaguá e elaborado uma nova proposta de cadeia reversa, envolvendo a produção de biodiesel, a partir destes resíduos. Os dados deste estudo de caso, concernentes à viabilidade técnica-econômica do complexo, e necessários para a elaboração da logística

reversa dos resíduos de soja, foram obtidos a partir de um trabalho realizado na Universidade Federal Fluminense – UFF, intitulado “Análise de viabilidade de produção de biodiesel a partir do resíduo de soja do Porto de Paranaguá: uma abordagem determinística e de simulação de risco como subsídio ao processo decisório” que contou com a participação de professores, pesquisadores e gestores da APPA.

O estudo de caso realizado no Porto de Paranaguá foi constituído, basicamente, por duas etapas bem definidas. Na primeira foram consultados documentos, leis, literatura especializada e relatórios; e também, gerados dados primários, obtidos de entrevistas realizadas com os pesquisadores do Quadro 1.

Quadro 1. Dados secundários: pesquisadores do IVIG/COPPE

| Entrevistado | Maior titulação | Função |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Vania Maria L. Sanches | Doutoranda - Planej. Ambiental – UFRJ | Pesquisadora IVIG/UFRJ |
| Inácio da Silva Araújo | Mestre em Eng. Nuclear – UFRJ | Pesquisador IVIG/UFRJ |
| Gabriel Philippi P. Goulart | Doutorando em Eng. Nuclear - UFRJ | Pesquisador IVIG/UFRJ |

Fonte: Elaborada pelos autores

As entrevistas semiestruturadas, também conhecidas como abertas, foram realizadas com pesquisadores do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais - IVIG, que pertence ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ e tiveram duração de aproximadamente 60 minutos, para cada pesquisador.

Os pesquisadores do IVIG desenvolviam, no andamento da produção do artigo, um projeto de diagnóstico de conformidade do gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes nos portos marítimos brasileiro, contemplando, inclusive o Porto de Paranaguá, o que foi crucial na indicação do referencial teórico, nas ideias preliminares de destinação adequadas de resíduos portuários, na base metodológica e na obtenção de dados primários.

Posteriormente, na segunda etapa do estudo, o trabalho de campo, propriamente dito, realizou-se por meio de visitas ao Porto de Paranaguá, bem como reuniões, também no porto em questão, com pesquisadores, gestores e outros agentes relacionados no Quadro 2. Essa etapa

contribuiu para compreender as atividades do Porto, e aferir os locais geradores de descarte de resíduos, sobretudo, os de soja, e seus respectivos impactos socioambientais.

Quadro 2. Participantes das reuniões realizadas no Porto de Paranaguá

| Nome | Instituição | Titulação/Função |
|--------------------|-------------|--|
| Danyelle Stringari | Unespar | Doutora - Implantação do Programa de conformidades do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Brasileiros |
| Ellen Cunha | Unespar | Especialista - Implantação do Programa de conformidades do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Brasileiros |
| Thiago Occhi | Unespar | Biólogo - Implantação do Programa de conformidades do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Brasileiros |
| Andrey Bonaldi | AOCEP | Gerente de manutenção da AOCEP |
| Manuela Oliveira | APPA | Funcionária do Núcleo Ambiental do Porto de Paranaguá |
| Bruno Guimarães | APPA | Funcionário do Núcleo Ambiental do Porto de Paranaguá |
| Jeferson Nogueira | APPA | Funcionário do Núcleo Ambiental do Porto de Paranaguá |
| Ivan Machado | APPA | Sub Chefe de Segurança do Porto de Paranaguá |
| Ricardo Castilho | APPA | Chefe do Núcleo Ambiental do Porto de Paranaguá |
| Aurélio Murta | UFF | Doutor - Coordenador do Programa de conformidades do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Brasileiros |

Fonte: Elaborada pelos autores

Para atingir os objetivos, além das fontes indicadas, foram analisados o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Porto de Paranaguá – PGRS/APPA/2012, o Relatório Técnico do SENAI, o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZPO do Porto de Paranaguá (2012) e o Relatório de Resíduos Retirados - Associação dos Operadores Portuários do Corredor de Exportação - AOCEP (2012).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os principais problemas relacionados aos resíduos do Porto de Paranaguá, a logística da soja e a proposta de uma nova cadeia reversa, envolvendo o aproveitamento de resíduos, com a consequente produção de biodiesel. A seção expõe e discute os dados coletados, confrontando-os com os dados secundários e apresenta os resultados alcançados durante a pesquisa.

4.1 Principais problemas relacionados aos resíduos do Porto de Paranaguá

Os portos, em geral, são grandes geradores de resíduos, e o de Paranaguá não é exceção. De acordo com relatório emitido pela AOCEP, o Corredor de Exportação - COREX, área de exportação de produtos agrícolas e maior geradora de resíduos do Porto de Paranaguá, gerou, em 2012, mais de 4.000 toneladas de resíduos, principalmente de milho, trigo, grão e farelo de soja. Tanto os membros da Autoridade Portuária, quanto os da AOCEP afirmaram que, apesar do grande volume de resíduos gerados, em números absolutos, estes são relativamente pequenos, já que perfazem apenas 0,026% do total de 15.965.036 toneladas de produtos embarcados no COREX (AOCEP, 2012).

Em reunião realizada no Núcleo Ambiental, setor do Porto de Paranaguá, houve consenso quanto à dimensão do problema ambiental, mas discordância no quesito limite da geração de resíduos. Enquanto os integrantes da APPA pretendem reduzir o desperdício de grãos, os integrantes os da AOCEP divergem, alegando dificuldade para reduzir o desperdício, que atualmente é 0,026% do total. Para eles, isso é um percentual baixo e situado dentro da faixa de erro operacional – perdas naturais – comuns a todos os processos.

Para mitigar os impactos gerados pelos resíduos, sobretudo os de grãos e farelos, seria necessário interromper a operação das esteiras transportadoras, equipamentos transportadores de produtos dos armazéns/silos para as embarcações, opinou o representante da AOCEP. Ele ainda ressaltou que a manutenção e consequente paralização das esteiras poderia prolongar-se

por semanas, interrompendo o carregamento dos navios, o que acarretaria multa de US\$ 20 mil por dia de atraso para cada embarcação estacionada no porto. A AOCEP conclui, assim, que o problema é de difícil solução, visto que tanto a manutenção preventiva quanto a corretiva não é garantia de redução significativa dos resíduos, já que estes estão situados na faixa de perda natural (0,026% do total do COREX).

Dentre os fatores geradores de resíduos do COREX, destacam-se a manutenção inadequada das correias transportadoras de grãos e de outros equipamentos, treinamentos insuficientes para os trabalhadores portuários e mudança repentina de carregamento de produtos de um navio para outro. A Figura 2 mostra a correia transportadora e o piso do pátio repleto de resíduos de soja.



Figura 2. Resíduos e problemas no COREX
Fonte: SENAI, 2012, p. 99.

Antes da instituição da logística reversa, a APPA, entidade pública, era a responsável pelo descarte de resíduos. Com o advento desta lei, tanto os resíduos (grãos e farelo de soja, milho, trigo) do COREX, quanto os de outras partes do Porto, como ruas e avenidas internas, passaram a ser coletados pela empresa Nitrade, e posteriormente enviados para compostagem (uso na agricultura) ao custo de R\$ 68,00/tonelada. Atualmente, o custo desta destinação é imputado à AOCEP, operador portuário instalado nas dependências do porto, com o propósito de apoiar a exportação das empresas, que operam no COREX. Isso acontece porque com a introdução da lei PNRS/2010 no Porto de Paranaguá, a AOCEP, principal geradora dos resíduos

de soja, entre outros, passou a ser responsável pela destinação adequada dos resíduos gerados por ela mesma.

Atualmente, a coleta dos resíduos é realizada por equipamento motorizado, transferindo os resíduos para quatro caçambas (25m³), que permanecem no pátio do COREX, até serem transportadas ao seu destino final. A Figura 3 mostra o veículo coletor e a caçamba, onde os resíduos são depositados antes do descarte.



Figura 3. Veículos de transporte de resíduos e caçambas de coleta

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resíduos do Porto e suas embarcações totalizaram, no ano de 2011, 9.526.132 kg/ano, incluindo resíduos perigosos e não perigosos.¹A despeito de concentrar-se na movimentação de granéis sólidos e fertilizantes, o Porto é cada vez mais diversificado, o que acarreta a geração de grande variedade (cereais, fertilizantes, madeiras, papel, plástico, metais, vidro, entulho, pilhas e baterias) de resíduos. Enquanto, os resíduos sólidos perigosos recebem tratamento, os menos nocivos são destinados para reutilização ou aterro sanitário. Já os resíduos líquidos, oriundos das embarcações, são submetidos a tratamento ou reutilização. Na geração de resíduos, destacaram-se os cereais, açúcar e fertilizantes, respondendo por 5.717.263,86 kg/ano, isto é, 60% do total, dos quais 99% pertencem ao subgrupo dos cereais (Tabela 1).

Tabela 1. Levantamento quantitativo dos resíduos gerados no Porto de Paranaguá (KG)

| Resíduos | Cereais | Açúcar | Fertilizantes |
|---------------------|--------------|----------|---------------|
| Administração | - | - | - |
| Avenida Portuária | 268.265,24 | - | - |
| Pátio de triagem | 7.953,81 | - | - |
| Manutenção | - | - | - |
| Corredor exportação | 4.856.320,32 | - | - |
| Faixa Portuária | 537.001,62 | 8.351,50 | - |
| Embarcações (bordo) | - | - | - |
| Embarcações | - | - | - |
| TOTAL | 5.669.540,99 | 8.351,50 | 39.371,37 |

Fonte: Adaptado de SENAI (2012)

Apesar dos pneus, resíduos contaminados, resíduos de bordos, óleos de embarcações e lâmpadas fluorescentes passarem pelo processo de segregação, a grande maioria dos resíduos encontra-se misturados em coletores e caçambas, o que dificulta, ou até mesmo impossibilita, a separação secundária e a reciclagem. Desta forma, apenas uma pequena parcela de resíduos é reciclada. Já os materiais, provenientes dos setores administrativos, são doados para a Associação de Catadores Nova Esperança, localizada nos arredores do Porto.

Os resíduos, quando acumulados, proporcionam condições para o surgimento e a permanência de criadouros de fauna sinantrópica nociva local, como larvas de insetos, infestação de insetos adultos e outros animais transmissores de doenças, como pombos e ratos, escorpiões e baratas. Para ilustrar a dimensão do problema, de acordo com Plano de Controle de Zoonoses da APPA (APPA, 2012) no período de janeiro a setembro de 2012, 1.626 carcaças de ratos e outras 1.705 de pombos foram recolhidas na área portuária.

A retirada de resíduos de bordo ou óleo mineral dos navios é realizada por intermédio de empresas terceirizadas e toda operação é acompanhada de empresa de emergências ambientais, conforme determina a legislação ambiental (SENAI, 2012).

O descarregamento de granéis dos navios provoca grande geração de resíduos sólidos. Essa dispersão de materiais ocorre, sobretudo, por problemas técnicos e operacionais, mais precisamente, devido a abertura das gruas (guindastes) em altura superior ao ideal (Figura 4).



Figura 4. Resíduos dispersos pela ação de descarregamento de grãos
Fonte: SENAI, Plano de gerenciamentos de resíduos sólidos do Porto de Paranaguá, 2012, p.99.

Em resumo, apesar de a Autoridade Portuária controlar as empresas de transportes e de destinação, grande parte do resíduo não é segregado, deixando de agregar valor a esses produtos, como a implantação de uma usina de biodiesel, por exemplo. Além disso, a deficiente estrutura de caçambas e à ausência de um efetivo programa de coleta seletiva, acabam destinando inadequadamente esses resíduos a um aterro industrial ou sanitário.

4.2 A cadeia logística da soja e sua dinâmica de geração de resíduos

De acordo com a APPA (2012) a soja que desembarca no Porto de Paranaguá é proveniente da região Centro-Oeste e Sul do Brasil, sobretudo do Estado do Paraná (67%) e do Mato Grosso (20%), inclusive de outros países, como o Paraguai, que neste caso, alcança o Porto, exclusivamente por ferrovia. A soja atinge o Porto utilizando prioritariamente os modais rodoviário e ferroviário. Já no pátio de triagem, esta leguminosa segue para um terminal específico, e posteriormente percorre o COREX, tendo como principal destino a China. Nessa cadeia logística há uma expressiva perda de soja, sobretudo nas áreas do COREX e da faixa portuária.

O advento da logística reversa no Porto, em 2011, fundamentada no art. 33 da Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, causou mudanças nas

operações portuárias. A partir desta lei, produtos inutilizáveis, como resíduos e embalagens, foram obrigados a retornarem para os fornecedores após o uso, de forma independente do serviço de coleta e destinação de resíduos sólidos.

Com a implantação da PNRS, a maior parte dos resíduos, inclusive os de soja, sobretudo os despejados no COREX e na faixa portuária, passaram a ser coletados e transformados em adubo pela Nittrade, empresa contratada pela AOCEP para este fim, conforme já mencionado. Anteriormente a lei, a Autoridade Portuária pagava para que esses resíduos fossem varridos do cais, coletados e enviados para o aterro sanitário.

Mesmo com a contratação da Nittrade ainda há resíduos, sobretudo de soja e cereais, que não são coletados adequadamente, o que impacta negativamente o meio ambiente do porto e do município de Paranaguá, causando mau cheiro, poluição visual e afastamento de turistas. Além disso, em determinadas épocas, as ruas e ferrovias próximas ao Porto, encontram-se repletas de resíduos que atraem roedores, baratas, pombos e moscas, deixando o ar insuportável e contaminando o ambiente.

A razão da dispersão de resíduos no Porto e entorno, e consequentes danos ambientais, está na falhada coleta da área abrangida pela Nittrade, na natureza do Porto, que é predominantemente exportador de grãos e, por conseguinte, grande gerador natural de resíduos, na dificuldade para coletar os resíduos de pátios inadequados para movimentar graneis (vide figura 2), nos maquinário e equipamentos de coleta insuficientes e inadequados, e na dispersão de resíduos por todo o Porto, inclusive, na parte de responsabilidade do poder público.

O fator ambiental é tão relevante que, em 2010, o Porto de Paranaguá foi interditado temporariamente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA por descumprir leis ambientais. A punição ocorreu, de acordo com o Ibama, por “flagrante descumprimento” de legislação ambiental e da falta de um plano de contingência. (ANDRÉ LUCKMAN, HELIBERTON CESCA E VANESSA PRATEANO, 2010, p. 12).

Em 2010, a movimentação de soja em grãos representou 18%, e é, em sua totalidade, exportada com origem no Paraná, sendo a China o principal país de destino. Já o farelo de soja, com 11,4% e com maior parte da produção proveniente do Paraná e Mato Grosso, é destinado

principalmente aos mercados da França e Coreia do Sul. Por fim, o óleo com 2,26% é o produto com menor participação do complexo de soja (APPA, 2012). Portanto, a supremacia do complexo de soja no Porto de Paranaguá, é ameaçada apenas pelos fertilizantes, que perfazem 22% do total movimentado. A Tabela 2 apresenta as movimentações mais relevantes, em termos de produtos comercializados, ocorridas no Porto de Paranaguá em 2011.

Tabela 2. Movimentação relevante no Porto de Paranaguá em 2011

| Carga | Quantidade (t) | Participação (%) |
|-----------------------|----------------|------------------|
| Fertilizantes | 8.382.197 | 22,16 |
| Soja | 6.991.246 | 18,48 |
| Contêineres | 5.324.588 | 14,08 |
| Açúcar | 4.374.396 | 11,56 |
| Farelo de soja | 4.314.467 | 11,41 |
| Milho | 2.592.461 | 6,85 |
| Derivados de petróleo | 2.155.716 | 5,70 |
| Óleo vegetal | 853.593 | 2,26 |
| Outros | 2.836.527 | 7,50 |
| Total | 37.825.191 | 100,00 |

Fonte: Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, Plano de desenvolvimento e zoneamento – PDZPO do porto de Paranaguá, 2012b.

Em 2009 cerca de 70% da soja alcançaram os terminais graneleiros por meio de caminhões, denotando a relevância dos sistemas de controle de fluxo, como o software Carga On-line², que é utilizado pelo porto (ROSA, 2010,p. 18). O fluxo intenso destes veículos, em épocas de colheita, mesmo com a utilização do software, algumas vezes, ainda acarreta extensas filas ao longo das rodovias do campo ao Porto de Paranaguá.

4.3 Proposta de uma nova cadeia logística no Porto de Paranaguá

Os estudos de viabilidade de investimentos, que envolvam a produção de biodiesel são muito relevantes, porquanto apesar das vantagens socioambientais já comentadas, os brasileiros, pelo menos, em curto prazo, não estão dispostos a pagar mais por energia.

Nesse sentido, para obter respaldo da sociedade brasileira, o projeto de implantação e operação de um complexo de produção de biodiesel a partir de resíduos de soja, independente dos ganhos ambientais, deve ser, precipuamente, economicamente viável, como de fato ocorreu, nos estudos de Pazzini (2013,p. 89), o qual demonstrou que, com um montante de 1.682 toneladas anuais de resíduos de soja gerados no Porto de Paranaguá poderiam ser produzidos 387.600 mil litros de biodiesel.

Essa pesquisa ainda concluiu que a implantação do empreendimento é viável, pois o tempo de recuperação do capital da usina de produção de biodiesel dá-se no 5º ano, quando o fluxo acumulado registra o valor positivo de R\$ 212.560,28 e o valor presente líquido (VPL) do projeto é de R\$ 1.089.458,91. O projeto apresenta taxa interna de retorno (TIR) de 27% ao ano, indicando boa rentabilidade do capital investido que é significativamente maior do que os 7,25% ao ano (TMA), da taxa SELIC fixada no dia 6 de março de 2013. Já a simulação de Monte Carlo mostrou que há uma probabilidade de 18,8% (risco) do investimento não oferecer o retorno mínimo desejado, expresso pela TMA de 7,25 a.a (PAZZINI, 2013, p. 74).

De acordo com a APPA (2012, p. 56) a soja que desembarca no Porto de Paranaguá é oriunda, principalmente, do Paraná (67%) e do Mato Grosso (20%). Na atual cadeia logística, esta leguminosa ingressa no Porto de Paranaguá e depois de algumas etapas alcança o COREX (pátio de triagem, terminais e berços - locais de embarque e desembarque de produtos), onde ocorre grande dispersão de resíduos. A Nitrade, empresa privada contratada para recolher resíduos, como já mencionada anteriormente, coleta os resíduos de soja, entre outros, do Porto e os transforma, por meio de compostagem, em fertilizantes. A operação, além de onerosa, (R\$ 68,00/tonelada de resíduo recolhido), não agrega valor aos resíduos.

Na proposta da nova cadeia de soja, nas primeiras etapas, isto é, anterior a entrada o Porto (produção, origem, distribuição e armazenagem da soja) nada mudaria em comparação com o que ocorre atualmente. Ou seja, a soja ingressaria no Porto de Paranaguá e depois de algumas etapas alcançaria o COREX (pátio de triagem, terminais e berços), com a conseqüente geração e dispersão de resíduos. (Figura 5).

A partir deste ponto (coleta de resíduos) iniciaria a nova proposta logística. Nessa etapa, início da logística reversa, convém ressaltar que, tanto os resíduos de soja quanto outros

resíduos (cereais, fertilizantes etc), são coletados do COREX e em outras áreas do Porto e colocados juntos nas mesmas caçambas. Com a nova proposta, os resíduos, depois de misturados nas caçambas, seriam segregados em duas categorias: resíduos de soja e outros resíduos. Depois da inspeção e segregação, enquanto os resíduos de soja seriam encaminhados para a usina de biodiesel, os outros seriam enviados para o descarte final, podendo ser destinados a aterros, compostagem, reciclagem ou até mesmo retornarem para os respectivos fabricantes, dependendo das suas características. Salienta-se que a dificuldade imposta na etapa de segregação, que seria feita por máquinas especializadas em separar sólidos, por densidade, peso e tamanho diferentes, seria superada e, por conseguinte realizada sem maiores problemas (Figura 5).

Na Figura 5 - complexo de produção de biodiesel de Paranaguá - entende-se como insumos e matérias-primas, os resíduos de soja, o KOH, o metanol, a energia elétrica, dentre outros como; subprodutos, o glicerol e o fertilizante. Salienta-se que na etapa de extração do óleo, na produção de biodiesel, é produzida, além do óleo, uma espécie de torta, que dependendo do tratamento, pode ser comercializada como farelo e usada no consumo animal, ou fertilizante para a agricultura. Como a ANVISA, proíbe a comercialização para consumo humano e animal dos resíduos de soja, a torta será comercializada apenas como fertilizante. Ressalta-se que nessa fase também é produzido o óleo de soja, que será utilizado, sem restrição, na produção do biodiesel (PAZZINI,2013.p. 112).

Ainda na etapa da usina, enquanto os subprodutos (glicerol) da fase de produção de biodiesel, e o produto final (biodiesel) são distribuídos para seus consumidores, os rejeitos químicos são encaminhados para o descarte final. Salienta-se que o metanol, seria um insumo (resíduo recuperável da reação de transesterificação) que poderia ser parcialmente recuperado e voltar para a cadeia produtiva como insumo para a produção de biodiesel. Convém destacar que a coleta dos resíduos, que hoje é feita pela Nitrade, ao custo de R\$ 68,00 tonelada, seria substituída pela coleta do próprio porto, conforme ocorria no passado. (Figura 5).

A Figura 5 apresenta uma proposta logística para o Porto de Paranaguá. Salienta-se que os fluxogramas azuis e verdes, correspondem à logística direta e reversa, respectivamente.

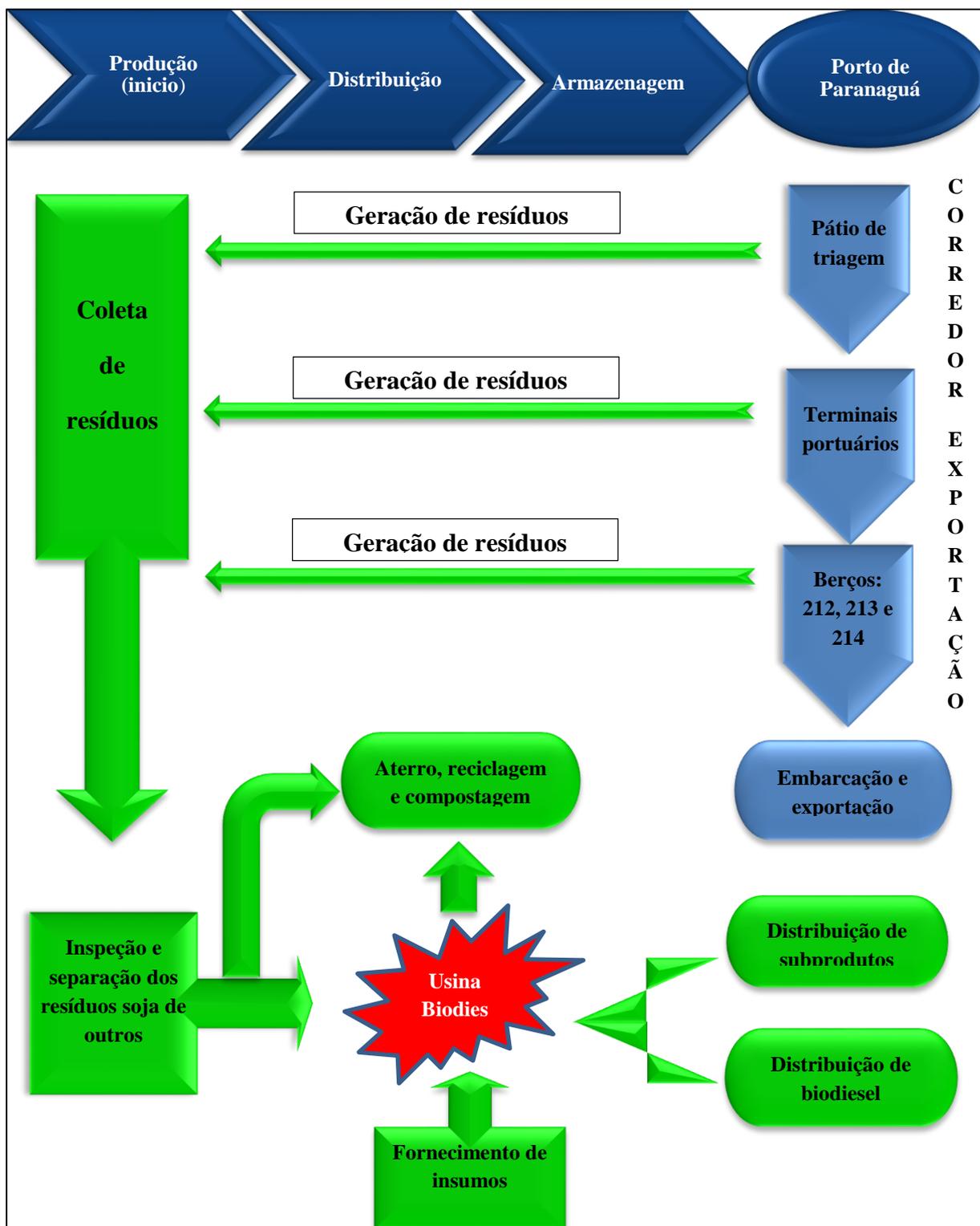


Figura 5. Logística reversa proposta Fonte: Elaborado pelo autor

A proposta da nova logística reversa, apresentada nesta seção, é importante porque apesar do significativo volume de resíduos gerados no porto, estes representam pouco percentualmente. Além disso, esse percentual está situado dentro da faixa das perdas naturais, conforme dito anteriormente. Como se não bastasse, para mitigar os impactos destes resíduos seria necessário investir na manutenção de máquinas e equipamentos, interrompendo as atividades portuárias, gerando custos extras e multas, bem como perdas de contratos pela interrupção das operações do porto. A solução para estes problemas é mais difícil do que parece, visto que a manutenção não é garantia de redução significativa dos resíduos, já que estes estão situados na faixa de erro operacional, comuns a todos os processos.

Ante o exposto, mitigar os danos ambientais, devido às dificuldades já mencionadas, em vez de tentar reduzir a geração de resíduos, ou seja, tratando as consequências e não as causas, apesar de incomum, pode ser a melhor solução para o Porto de Paranaguá. Portanto, há de se focar na destinação ambientalmente adequada destes resíduos (logística reversa proposta) atrelada a ganhos econômicos, que é o objeto deste estudo, em detrimento da redução da sua geração, pelas razões já mencionadas.

O presente capítulo apresentou uma nova proposta logística para a cadeia de soja no Porto de Paranaguá, na qual se insere todo o processo de produção e distribuição de biodiesel, bem como o descarte dos seus resíduos.

Pela análise da cadeia logística realizada, verificou-se a necessidade de se estudar todos os aspectos de uma atividade, além daqueles de cunho ambiental, social e técnico, e, sobretudo não ignorar os aspectos econômicos que podem verificar sua viabilidade.

5 CONCLUSÃO

Este artigo valeu-se da proposta de uma nova cadeia de logística reversa, envolvendo um projeto de implantação e operação de uma usina de biodiesel de resíduos de soja gerados no Porto de Paranaguá. Ainda identificou e analisou os principais problemas acarretados pelos resíduos, bem como descreveu a cadeia logística de soja existente.

De acordo com Pazzini (2013, p. 99) é possível a produção de biodiesel a partir dos resíduos de soja do Porto de Paranaguá. Pelos valores, premissas e métodos de avaliação de investimentos apresentados, pode-se concluir, sob o ponto de vista econômico, que o empreendimento é viável. Complementando a análise determinística, as 1000 iterações da simulação de Monte Carlo demonstraram que apesar de financeiramente viável, existe uma probabilidade de 18% (risco) do investimento não oferecer o retorno mínimo desejado.

Um dos fatores que contribuem para a sugestão de uma nova logística reversa e implantação da usina é o fato de que os resíduos, além de onerosos para o porto, visto que há uma empresa contratada para descartá-los, não geram valor agregado. O volume de resíduos, seus impactos e as características do Porto, bem como a tecnologia existente, também tornaram viável, técnica e economicamente, a implantação de uma pequena usina de biodiesel em Paranaguá.

Outro aspecto a destacar é a mudança da logística reversa existente. As 9,5 mil toneladas de resíduos gerados, em 2012, no Porto de Paranaguá (APPA, 2012) representam, percentualmente, pouco frente aos 38 milhões de produtos movimentados no mesmo ano (SENAI, 2012). No entanto, os resíduos de soja, cerca de 1700 toneladas, valor absoluto significativo, são, atualmente, subaproveitados – descartados com pequena agregação de valor e enviados para a compostagem. No projeto da nova cadeia logística esses resíduos seriam utilizados na produção de biodiesel. Tal medida é ambientalmente correta, com possibilidades reais de reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

As dificuldades para a implantação do projeto seriam mais de cunho gerencial do que propriamente técnicas-econômicas. Por apresentar uma cadeia produtiva bem estruturada e ampla rede de pesquisa e tecnologia, entre outros, a produção de biodiesel de resíduos de soja não apresentaria maiores problemas. Uma das poucas adaptações em comparação com a tradicional produção de biodiesel de soja seria a separação dos resíduos dessa oleaginosa de outros resíduos, já que, ocasionalmente, estes encontram-se misturados na mesma caçamba. No entanto, isso poderia ser mudado com a implantação de um sistema melhor de coleta, onde os resíduos fossem separados em caçambas diferentes no momento da sua geração. Mas isso

carece de estudos, já que, as perdas não têm o mesmo significado e importância para todos os agentes.

Outra consideração de ordem técnica seria a perda de óleo de resíduos de soja danificados por esmagamento ou intempéries diversas. De acordo com Pazzini (2013, p. 99), além da viabilidade técnica, o projeto seria viável economicamente e apresentaria um baixo risco. Por outro lado, no plano gerencial seria necessário repensar a cadeia logística tradicional e reversa do Porto, com ênfase no gerenciamento de resíduos. Especificamente seria necessário otimizar a distribuição física (soja, resíduos de soja, suprimentos, biodiesel, efluentes, entre outros) e o fluxo de informação, buscando uma maior integração entre todos os elos destas cadeias, para assim reduzir custos, desperdícios e aferir a receita adicional.

Essas medidas, aliadas à reformulação da atual logística reversa, também contribuiriam, entre outros resultados, para a mitigação dos impactos socioambientais e a obtenção de uma imagem positiva, que, no caso do Porto, é de suma importância, haja vista os impactos negativos causados pela sua interdição temporária, em 2010, por descumprimento de leis ambientais.

NOTAS

¹ Os principais tipos de resíduos sólidos gerados e os locais de incidência (fontes de geração) foram classificados de acordo com as normas da ABNT-NBR (2004) 10.004/04 e Resolução ANVISA 56/2008.

² *Software* computacional que visa, sobretudo, agilizar as etapas de exportação, diminuindo e até mesmo eliminando as filas que usualmente se formam nas redondezas da região portuária em épocas de safra. O *Carga On-line* monitora a remessa de caminhões ao porto, direcionando os volumes corretos para que o porto não se sobrecarregue de produtos, tão menos ocorra falta, o que prejudicaria o embarque a tempo.

REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA, FUNDAÇÃO DE ENSINO DE ENGENHARIA DE SANTA CATARINA, LABORATÓRIO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA. *Plano de desenvolvimento e zoneamento – PDZPO do porto de Paranaguá*, 2012. Disponível em: <<http://www.portosdoparana.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=951>>. Acesso em: 01 ago. 2012.

ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA. *Portos paranaenses intensificam controle de zoonoses*, 2012c. Disponível em: <<http://www.portosdoparana.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=988>>. Acesso em: 11 nov. 2012.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. ISSN 1983-5884: Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro, 2011. p. 227. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 27.10.2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. *Brasil:Complexo de soja*, 2012. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>>. Acesso em: 11 set. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10.004: Resíduos Sólidos, classificação [manual]. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2012.

ASSOCIAÇÃO DOS OPERADORES PORTUÁRIOS DO CORREDOR DE EXPORTAÇÃO - AOCEP (2012)Relatório de Resíduos Retirados. BiodieselBR. *Vantagens do biodiesel*, 2012. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/vantagens/vantagens-biodiesel.htm>>. Acesso em: 17 ago. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento (MAPA). Anuário estatístico da agroenergia, 2009. Brasília, 2009.

BRASIL. Lei nº 12305. Dispõe sobre a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 2 ago 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 16 jul. 2012.

HOLANDA, Aristo. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. 212.

LEITE, P.R. **Logística reversa: Meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

Kumar, S., Malegeant, P. **Strategic alliance in a closed-loop supply chain, a case of manufacturer and eco-non-profit organization**. *Technovation* 2005.08.002, 2005.

MURTA, A.L.S. **Análise da viabilidade de autoprodução de biodiesel por frotistas: o caso da vale**. 2008.204 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PARENTE, E. J. S. **Uma aventura tecnológica num país engraçado**, 2003. Disponível em: <www.tecbio.com.br>. Acesso em: 22 set. 2012.

PAZZINI, H.S. **Análise de viabilidade de produção de biodiesel a partir do resíduo de soja do Porto de Paranaguá: uma abordagem determinística e de simulação de risco como subsídio ao processo decisório**. 201345F. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2013.

PORTOS E MERCADOS. *Desperdício de grãos durante o transporte é grande em todo país*, 2012. Disponível em: <<http://portosmercados.com.br/site/desperdicio-de-graos-durante-o-transporte-e-grande-em-todo-pais>>. Acesso em: 12 nov. 2012.

PORTOS DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.portosdoparana.pr.gov.br/>>. Acesso em 12 abril. 2013.

LUCKMAN, A; CESCA, H & PRATEANO, V. **Porto de Paranaguá é interditado por descumprir leis ambientais**. *Gazeta do Povo*. Publicado em 09.07.2010. <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?id=1023116>>. Acesso, 10 de set. 2013.

RICCIARDI, A. Logística reversa cresce, soma US\$ 20 bi e prevê crescer 10%. (Entrevista com Rodrigo Villaça). *Diário Comércio indústria e serviço*, 15 fev. 2011. Disponível em: <[http://www.dci.com.br/servicos/logistica-reversa-cresce,-soma-us\\$-20-bi-e-preve-crescer-10-----id246828.html](http://www.dci.com.br/servicos/logistica-reversa-cresce,-soma-us$-20-bi-e-preve-crescer-10-----id246828.html)>. Acesso em: 22 ago. 2012.

Rosa, M. J. (2010). Corredor de exportação do Porto de Paranaguá. Projeto de pesquisa – Grupo ESALQ-LOG. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Disponível em: <log.esalq.usp.br/home/uploadfiles/arquivo3573.pdf>. Acesso em: 07 de ago. de 2012

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM NACIONAL. *Plano de gerenciamento de resíduos sólidos do Porto de Paranaguá*, 2012.