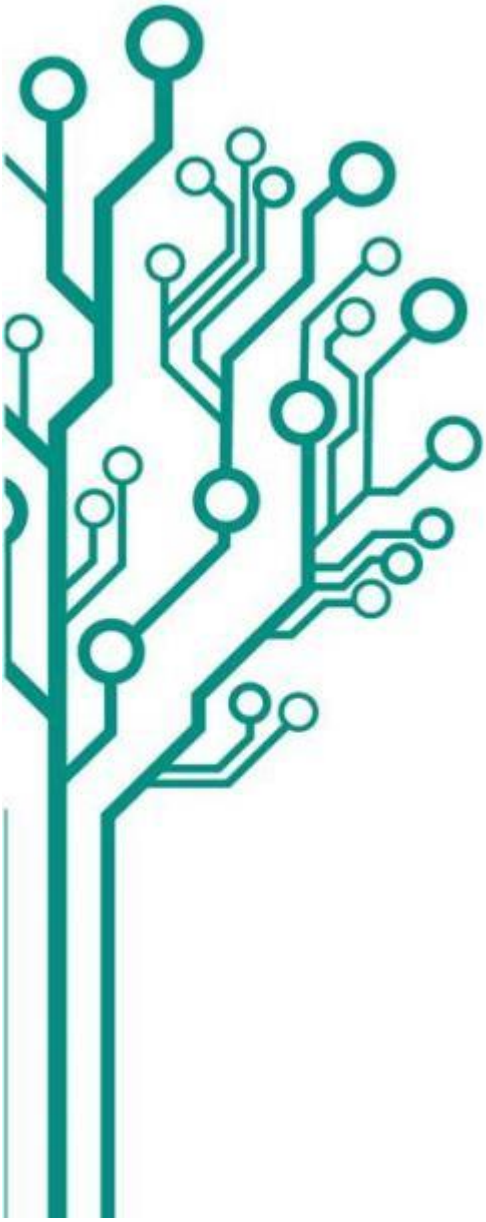
INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE

VALE

Mestrado Profissional
Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais



PERDA DE GRÃOS DE SOJA NO TERMINAL DE CARGA DE ARAGUARI: QUANTIFICAÇÃO E AÇÕES MITIGADORAS

TELMA BRAGA CAMARA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale (ITV).

Orientador:
Dr: José Oswaldo Siqueira

Belém-PA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do ITV – Belém-PA

C172p

Câmara, Telma Braga

Perda de Grãos de Soja no Terminal de Carga de Araguari: Quantificação e Ações Mitigadoras / Telma Braga Câmara -- Belém-PA, 2015.

51 f.: il.

Dissertação (mestrado) -- Instituto Tecnológico Vale, 2015.
Orientador: Prof. José Oswaldo Siqueira

1. Terminal de carga. 2. Perda de grãos. 3. Destinação de resíduo. Título.

CDD 23. ed. 658.7885

TELMA BRAGA CAMARA

PERDA DE GRÃOS DE SOJA NO TERMINAL DE CARGA DE ARAGUARI: QUANTIFICAÇÃO E AÇÕES MITIGADORAS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável do Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale (ITV).

Data da aprovação:

Banca examinadora:

_____

Dr. José Oswaldo Siqueira

Orientador – Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável (ITV - DS)

_____

Dr.

Membro interno - Instituição (SIGLA)

_____

Dr.

Membro externo - Instituição (SIGLA)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, a VLI e a todos que participaram para realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as maravilhas que realiza em minha vida.

Agradeço a VLI pela oportunidade, confiança e aprendizado durante a realização deste estudo e por todos os anos de trabalho na empresa.

A minha família que sempre está presente em todos os momentos da minha vida, me fortalecendo, incentivando e fazendo com que me torne uma pessoa melhor;

Aos colegas de trabalho que participaram para realização deste estudo;

Aos colegas do mestrado, pela união, cumplicidade e amizade criada durante esta fase.

Ao meu orientador Siqueira e aos membros da banca de defesa Salim e Valente que me ajudaram na construção, esclarecimento e aperfeiçoamento do trabalho.

Por todos não citados, mas que de alguma maneira foram importantes para a realização desta etapa tão importante para minha vida.

Muito Obrigada!

RESUMO

A produção de soja é uma das mais importantes no Brasil e as atividades de logística para escoamento desta carga é um dos grandes desafios existentes. Entre estes desafios estão às perdas decorrentes das atividades de recebimento, armazenagem e transferência de grãos de soja, influenciando diretamente nos custos do processo. O ambiente estudado foi o terminal de carga da empresa VLI, localizado em Araguari, e a finalidade deste estudo foi diagnosticar, quantificar e propor soluções para redução na fonte de geração (perda), bem como, propor forma de destinação que vise agregar valor ao resíduo, com a minimização de impactos ambientais negativos. Para o projeto de pesquisa de campo foi formada uma equipe multidisciplinar composta por empregados das áreas de meio ambiente, qualidade, manutenção, projetos e operação com o intuito de proporcionar maior familiaridade com o problema identificado. Como resultados, o presente estudo mostrou que com a implantação das medidas propostas, em relação a perda de soja houve redução de aproximadamente 62% em relação ao mês de diagnóstico Outubro/2013. Para um cenário de 10 anos, tem-se uma redução acumulada estimada de 1.500 toneladas de resíduo, representando 31% do volume carregado no mês no terminal e um prejuízo perto de R$ 1 milhão. Para a destinação da soja eventualmente perdida, os resultados das análises físico-químicas sobre as características da soja indicaram não haver limitações para sua utilização em processo de compostagem, tendo-se em vista não terem sido constatados contaminantes em concentrações potencialmente nocivas ao ambiente. Paralelamente, por se tratar de uma fonte de matéria orgânica e classificada como resíduo classe II, os resultados corroboram com a literatura no que se refere à utilização da soja para compostagem e para fins de condicionamento e fertilização de solos agricultáveis.

Palavras-chave: Terminal de carga. Perda de grãos. Destinação de resíduo.

ABSTRACT

The production of soybean is one of the largest in Brazil and logistics activities for disposal of this load is one of the great challenges that exists. Among these challenges are the losses of product from the activities of receipt, storage and transfer of soybeans, influencing directly the costs of the process. The environment studied was the cargo terminal of VLI Company, located in Araguari, and the purpose of this study was to diagnose, quantify and propose solutions for reduction of the losses at source, as well as to propose alternative forms of destination that aims to add value to the residue, with the minimization of environmental impacts. For the field research project was formed a multidisciplinary team composed of employees from environment, quality, maintenance, projects and operation sectors, with the aim of providing greater knowledge of the problem identified. As a result, the present study showed that the implementation of the measures proposed, in relation to the loss of soybean, reduced approximately 62% compared to October/2013. For a 10-year scenario, there is an estimated reduction of 1,500 tons of waste, representing 31% of the volume loaded per month at the Terminal and a prejudice of approximately R$ 1 million. For the destination of soybean waste eventually generated, the results of the physical-chemical analysis showed no limitation to its use in the composting process, once there has not been any records of contaminants in concentrations potentially harmful to the environment. In parallel, been a source of organic matter and classified as class II residue, the results corroborate with the literature regarding the use of soybean for composting and for purposes of conditioning and fertilization of the soil.

Keywords: Cargo terminal. Grain loss. Waste destination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de soja no Mundo e Brasil (Milhões Ton). (*) Estimativa 13
Figura 2: Evolução da produção de soja no Brasil e perspectivas futuras. 14
Figura 3: Principais Estados do Brasil Produtores de Soja (cenário 2012/2013). (*) Estimativa. 15
Figura 4: Matriz de Transporte Brasileiro 16
Figura 5: Destinos e Uso da Soja Brasileira 19
Figura 6: Consumo de Ração por Espécie 21
Figura 7: Consumo de Macroingredientes (Estimativa). 21
Figura 8: Processo de Compostagem 23
Figura 9: Localização do Terminal de Araguari 25
Figura 10: Planta do Terminal Integrador Araguari 26
Figura 11: Etapas de quantificação da soja 27
Figura 12: Identificação dos pontos de maior geração de soja 27
Figura 13: Caçambas de recolhimento da soja na área do tombador 28
Figura 14: Balança Rodoviária para pesagem das caçambas de soja 28
Figura 15: Tela Inicial do Sistema de Gestão de Resíduos 29
Figura 16: Tela de Lançamento de Dados para Gestão de Resíduos 29
Figura 17: Cronograma de implantação do projeto 2013 /2014 31
Figura 18: Percentual de geração de soja (Média dos meses de Out/2013 e Jan/2014) . 32
Figura 19: Evolução da geração total de soja no período de out/2013 – jun/2014 35
Figura 20: Evolução da geração de soja no tombador e curva de tendência no período de out/2013 – jun/2014 36
Figura 21: Evolução da geração de soja no trajeto da carreta e curva de tendência no período de out/2013 – jun/2014 37
Figura 22: Evolução da geração de soja na tulha e curva de tendência no período de out/2013 – jun/2014 37
Figura 23: Índice de geração de soja por volume transportado 38
Figura 24: Distribuição das cidades das usinas de biodiesel por Estado 39
Figura 25: Viabilidade dos estabelecimentos de fabricação de ração animal 39
Figura 26: Relação de empresas aptas para destinação de soja no processo de compostagem 41
Figura 27: Análise de viabilidade econômica das empresas suscetíveis e aterro sanitário municipal 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Matriz de Transporte..... 16
Tabela 2. Movimentação de Mercadorias nas Ferrovias (Milhões de Tonelada)..... 17
Tabela 3. Estratificação de geração de soja (Ton.)..... 32
Tabela 4. Ações para tratamento dos desvios identificados e prazo de implantação 32
Tabela 5. Implantação e ganhos das ações mapeadas no tombador..... 33
Tabela 6. Implantação e ganhos das ações mapeadas na tulha..... 34
Tabela 7. Avalição de viabilidade econômica e interesse de parceria da empresa 41

ANEXOS

Anexo 1 49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 Objetivos 12
2 REFERENCIAL TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA 13
2.1 Análise de produção da soja no mundo e no brasil 13
2.2 A Logística no mercado brasileiro 15
2.3 Perda de soja no processo de logística 17
2.4 Possíveis usos da soja como matéria prima 18
2.4.1 Biodiesel 19
2.4.2 Ração Animal 21
2.4.3 Compostagem 23
3 MATERIAL E MÉTODOS 25
3.1 Definição da Localidade Piloto 25
3.2 Diagnóstico da perda da soja 26
3.2.1 Quantificação da soja perdida na operação do Terminal 26
3.2.2 Levantamento de causas de perda de soja nos processos 29
3.2.3 Avaliação de destinação da soja perdida no processo 29
3.3 Caracterização do Resíduo da Soja 30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 31
4.1 Etapa de Diagnóstico 32
4.2 Resultado: Etapa de Implantação das Ações Propostas 33
4.3 Análise de Eficácia das Ações Propostas 35
4.4 Avaliação da destinação da soja classificada como resíduo 38
5 CONCLUSÃO 44
6 REFERÊNCIAS 46

1 INTRODUÇÃO

Avaliando o mercado mundial na produção de grãos, a soja se destaca por ser o produto que está entre as atividades econômicas de maior crescimento. De acordo com Hirakuri e Lazzarotto (2011), no contexto mundial, o Brasil possui significativa participação na oferta e na demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja, o qual vem desempenhando papel fundamental para o desenvolvimento de várias regiões do País.

Como o Brasil tem se destacado cada vez mais na produção de soja, o tema relacionado ao escoamento deste produto se torna também de suma importância. Morais, Mayorga e Casimiro Filho (2005), afirmam que de 5% a 10% de tudo que é cultivado acabam perdido na propriedade ou durante a armazenagem, e transporte deste produto.

Um dos grandes desafios existentes na logística diante deste cenário é a busca pela otimização das atividades e a gestão para reduzir as perdas de grãos de soja neste processo.

O presente trabalho é um estudo de caso, baseado na realidade de uma empresa de logística de abrangência nacional, a VLI S.A. Esta empresa tem como atividade o transporte de carga geral, principalmente de grãos, açúcar e fertilizantes de terceiros, por meio do qual percorre mais de 10 mil quilômetros de malha ferroviária, sendo o principal eixo de conexão ferroviária entre as regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, integrando aos principais portos do país.

Como nas demais empresas do setor de logística, o recebimento, armazenagem e transferência de grãos, açúcar e fertilizantes, levam à geração de resíduos. Além da geração dos resíduos na rotina, estes podem ser gerados em ocorrências ambientais que quando não destinados corretamente e em tempo hábil podem trazer problemas ambientais, sociais, exposição e risco de autuações para empresa.

Nos últimos anos, a perda de grãos de soja teve grande representatividade comparada à quantidade total de resíduos gerados. No ano de 2012, a soja perdida representou 10% do volume carregado, em questões de recursos isto representa um prejuízo aproximado de R$230 mil. Além da perda do produto no processo o terminal não possui uma disposição apropriada dos resíduos, que são 100% destinados para aterro sanitário, desprezando seu valor agregado por ser produto um orgânico e dispondo de elevado para sua destinação em aterros sanitários e industriais.

Diante deste cenário, o estudo objetivou realizar um diagnóstico relacionado à quantificação da perda de soja que ocorre em um terminal ferroviário da VLI, considerando as seguintes fontes geradoras: atividades de transbordo, carregamento e armazenamento dos terminais de grãos. Após esta etapa, buscou-se o levantamento por soluções visando minimizar sua perda e, ainda, o reaproveitamento do resíduo, como proposta de destinação.

1.1 Objetivos

O presente estudo tem como objetivo a realização de diagnóstico visando a busca por soluções para a redução da perda dos grãos de soja, a qual ocorre na etapa de operação do terminal de grãos da VLI. Além disso, o estudo visa analisar alternativas para reaproveitamento do resíduo de soja, distintas da atual destinação para aterros sanitários.

Os objetivos específicos são:

- Mensurar a perda da soja nas atividades do Terminal localizado na cidade de Araguari-MG;
- Analisar os dados de estudos e propor novas diretrizes para a gestão de perda de soja no processo.
- Realizar um levantamento de possíveis parceiros para destinação da soja e analisar a viabilidade das alternativas propostas para a destinação do resíduo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

2.1 Análise de produção da soja no mundo e no brasil

O cultivo da soja a cada ano tende a ganhar representatividade maior no cenário do agronegócio mundial, visto estar entre as atividades econômicas que nas últimas décadas apresentaram crescimento mais expressivo (HIRAKURI E LAZZAROTTO, 2011).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA (USDA, 2012), a área plantada no mundo aumentou de 81,48 milhões de hectares na safra 2002/03 para 108,55 milhões na safra 2012/13, um crescimento de 33% na década. A Figura 1 mostra que, de 2009 a 2013, a produção mundial saltou de 211,64 milhões de toneladas para 264,28 milhões, um aumento de 25% (USDA, 2012).

Figura 1: Produção de soja no Mundo e Brasil (Milhões Ton). (*) Estimativa

Fonte: USDA (2012)

Comparativamente a outras culturas (milho, arroz, trigo e cevada) e considerando um período ainda maior de análise, entre as safras agrícolas de 1970/1971 e 2010/11, USDA (2012) aponta que a exploração de soja foi a atividade que apresentou a maior expansão, com um incremento de produção de 526% contra 206%, 117%, 111% e 3% das outras culturas, respetivamente.

A produção de soja está concentrada, principalmente, em três países: Estados Unidos, Brasil e Argentina. Ressalta-se que o Brasil e Argentina são responsáveis por 46,2% dessa produção global, permitindo ao MERCOSUL um destaque especial na produção de soja mundial (USDA, 2012).

Segundo dados da Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC, 2015), o Brasil e a Argentina serão os grandes provedores do incremento da demanda mundial de soja até 2020; entretanto, após este período, o Brasil será a grande promessa de fornecimento da demanda adicional. Outros países, tais como Estados Unidos, China e Índia, não teriam áreas de cultivo a expandir, ao contrário do Brasil, que, além de possuir áreas aptas a serem incorporadas ao processo produtivo, ainda aposta em ganhos de produtividade.

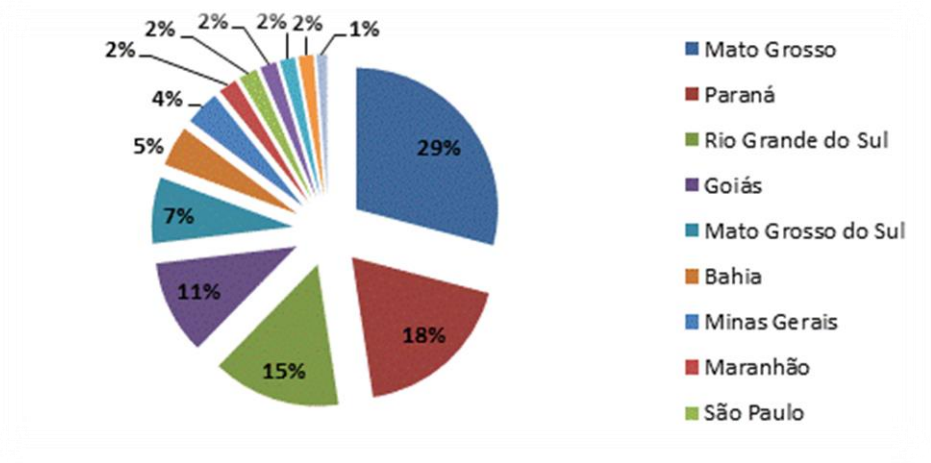
A Figura 2 apresenta uma previsão da produção futura de soja no Brasil. Em 2020 o país deve produzir cerca de 105 milhões de toneladas de soja, ocupando uma área adicional de oito milhões de hectares, distribuídos pelo território brasileiro.

Figura 2: Evolução da produção de soja no Brasil e perspectivas futuras.

Fonte: Agroconsult/Abiove (2007)

A distribuição da produção da soja no Brasil está especificada na Figura 3. Os cinco grandes produtores de soja são, em ordem decrescente, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul.

Figura 3: Principais Estados do Brasil Produtores de Soja (cenário 2012/2013). (*) Estimativa.



Fonte: CONAB (2012).

2.2 A Logística no mercado brasileiro

O setor de logística no Brasil vem crescendo progressivamente nos últimos anos. (REIS, 2011) define logística como sendo o elemento da cadeia de suprimentos, responsável por ligar as operações entre as diversas empresas que compõem as redes de fornecimento, atuando em conjunto para entregar os produtos acabados aos consumidores adequadamente.

Apesar do crescimento deste setor, ainda existe uma lacuna grande relacionada à infraestrutura, no Brasil na exportação de produtos agrícolas. Sabe-se que o transporte precário da matéria-prima entre as fontes primárias de produção para a exportação, representa enorme prejuízo para o país. A melhoria das rodovias e do modal ferroviário e o melhor aproveitamento do transporte hidroviário são essenciais para atuação da lacuna dos problemas de logística de cargas, além do aperfeiçoamento da produtividade dos portos e armazéns. O Brasil perde a competitividade quando o produto agrícola sai das propriedades rurais com preços baixos e chega ao destino com preços muito elevados por causa dos problemas logísticos (OMETTO, 2006).

Algumas das maiores empresas exportadoras da soja brasileira indicam que suas principais restrições para aumento do volume exportado estão relacionadas aos custos e às incertezas inerentes ao processo de escoamento da produção da soja (MEREGE; ASSUMPÇÃO, 2002).

A tabela Tabela 1. Matriz de Transporte compara o Brasil com os demais países na estratificação do uso de transporte.

Tabela 1. Matriz de Transporte

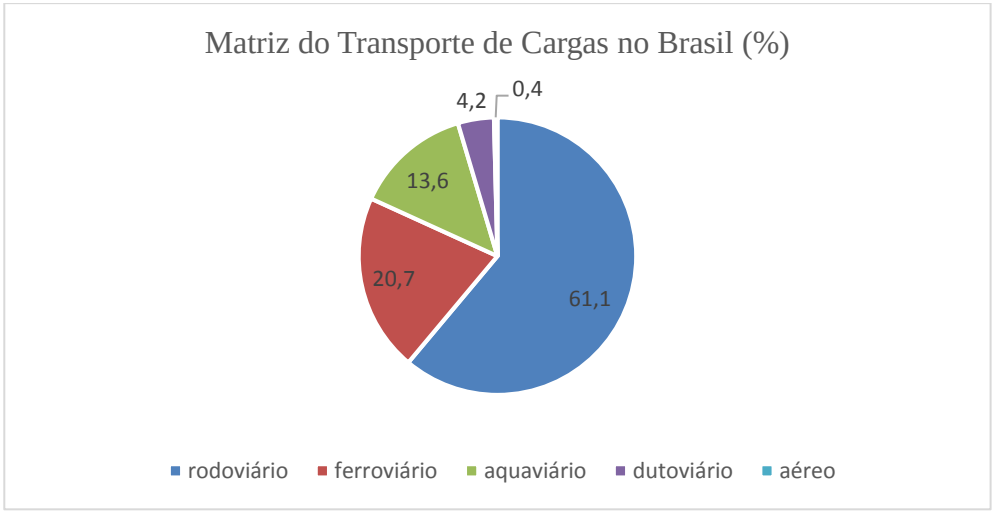
	Rodovias	Ferrovias	Hidrovias	Dutos
	(km)	(km)	(km)	(km)
Rússia	1 milhão	87 mil	100 mil	247 mil
China	1,6 milhão	77 mil	110 mil	58 mil
Brasil	**212 mil**	**29 mil**	**14 mil**	**19 mil**
Índia	1,5 milhão	63 mil	15 mil	23 mil

Fonte: Revista Veja (2012)

Segundo Rosa e Makiya (2011), além das péssimas condições das rodovias para escoamento da produção, caminhões com infraestrutura precária e altos custos relacionados a utilização do transporte rodoviário é responsável por grandes prejuízos durante o processo de logística.

Na figura 4 evidenciamos que no Brasil a alternativa mais utilizada no país é o transporte rodoviário, representando para o ano de 2014 um percentual de 61,1% da matriz de transporte brasileiro.

Figura 4: Matriz de Transporte Brasileiro



Fonte: CNT (2014)

No caso de cargas agrícolas, as quais normalmente possuem baixo valor unitário agregado, o impacto dos custos logísticos no custo final do produto é significativo. Os custos de transporte para a soja podem chegar a 25% do valor do produto, enquanto os do café, por exemplo, são de 2% e os do suco de laranja de 1% (CAIXETA FILHO, 1996).

O transporte de soja no Brasil essencialmente é realizado por rodovias. O uso deste modal é de 62%, o hidroviário representa 20% e o ferroviário 18%; enquanto nos

Estados Unidos da América este transporte representa 16%, o hidroviário 5% e o ferroviário 23%, e na Argentina 82%, e o ferroviário 16% (CONAB, 2012; ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIOS – ANTAQ, 2010).

O principal produto transportado por ferrovias brasileiras é o minério de ferro, seguido pela soja (ver

Tabela 2).

Tabela 2. Movimentação de Mercadorias nas Ferrovias (Milhões de Tonelada)

Mercadoria	**2010**	**2011**	**Representatividade % (*)**
Minério de Ferro	324.811	342.565	75,1
Soja e Farelo de Soja	20.643	22.582	4,86
Produção Agrícola (exceto soja)	19.415	19.160	4,34
Indústria Siderúrgica	17.478	16.512	3,83
Carvão/Coque	12.364	11.500	2,69
Graneis Minerais	10.499	10.342	2,35
Combustíveis e Derivados de Petróleo e Álcool	9.886	9.986	2,24
Indústria Cimenteira e Construção Civil	8.568	8.663	1,94
Adubos e Fertilizantes	4.953	5.358	1,16
Extração Vegetal e Celulose	4.953	4.097	0,92
Carga Geral - Não Conteineirizada/Contêiner	145	209	0,6
Total	43.5248	45.3346	100

Fonte: ANTT (2011) (*) Média do 2010-11

Apesar da grande diferença de representatividade entre a primeira mercadoria e a segunda (minério de ferro e soja, respectivamente), no que se refere a produtos agrícolas, observa-se que a soja, individualmente, possui representatividade superior à produção agrícola total.

2.3 Perda de soja no processo de logística

A soja apresenta um grande problema logístico entre as cadeias produtivas do país, principalmente no que se refere à armazenagem e o transporte. A perda de grãos nas estradas brasileiras por veículos graneleiros, representa um grande prejuízo na soma final da produção. Segundo dados de SEMPREBOM (2009), a perda tolerada em um frete de 30 toneladas de soja é 75 quilos, representando 0,25% da carga transportada.

O cenário ganha outra dimensão devido ao aumento de produção nacional estimada em 2013, que atingiu 81 milhões de toneladas (USDA, 2012). Nesta referência, o Brasil pode desperdiçar nas estradas 200 mil toneladas do produto. Em termos financeiros, isto significa um prejuízo em torno de R$ 150 milhões, dependendo da taxa de câmbio.

As perdas que se verificam na cadeia produtiva da soja, correspondentes às fases de produção, colheita, transporte, pré-processamento, armazenagem, processamento, comercialização e consumo da soja, apresentam diferentes volumes, porém estes podem representar até 23% em única safra (REVISTA RURAL, 2005).

Deste modo, uma quantidade significativa da produção é perdida nas diversas fases citadas acima e pelas péssimas condições de transporte que envolve frota de caminhões antiga e inadequada, estradas em péssimas condições, e grandes distâncias de deslocamentos.

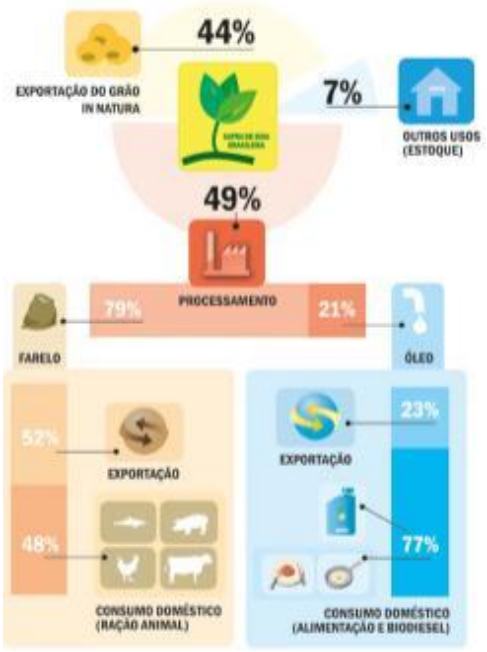
Campos e Fachel (2010), afirmam que o Brasil é o país que consegue a maior produtividade de soja por hectare do mundo. Quando comparado com os Estados Unidos, o Brasil produz 11% mais por hectare, porém perde sua competitividade nas perdas decorrentes da má qualidade das operações de transporte.

Segundo Deliberador (2013) as perdas podem ser analisadas tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo. Entende-se por perda quantitativa, as perdas dos grãos nos diversos estágios da cadeia de suprimentos, relacionadas à perda da quantidade em quilos de grãos de soja. As perdas qualitativas são representadas pela modificação da cor do grão, o cheiro, o sabor, o valor nutritivo, a contaminação por microtoxinas ou agentes patogênicos e a perda da faculdade germinante da semente.

2.4 Possíveis usos da soja como matéria prima

A soja tem inúmeros usos, principalmente relacionados ao consumo humano e animal e a produção de biodiesel. A produção brasileira destina-se parte ao consumo interno e parte à exportação, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Destinos e Uso da Soja Brasileira



Fonte: Site Aprosoja 2014 (http://www.aprosoja.com.br/sobre-a-soja/Os-usos-da-Soja)

Ressalta-se, entretanto, que mesmo a soja imprópria para consumo pode ter outro tipo de uso a ser considerado, o que serviria para a redução de material disposto em aterros sanitários, bem como a redução de custos de produção ou obtenção de matéria prima para fins diversos, por exemplo, como adubo para a agricultura, fabricação de biodiesel, entre outros.

A seguir apresentamos a síntese do levantamento realizado sobre as principais possibilidades para o uso do resíduo da soja, sendo eles: biodiesel, ração animal e compostagem.

2.4.1 Biodiesel

Os combustíveis fósseis são atualmente a principal fonte de energia para motores e geradores elétricos em todo o mundo. Apesar disso, existe uma série de desvantagens relacionadas à sua utilização, como o fato de constituir-se de fonte não renovável, o alto custo relacionado a sua extração e, ainda, ser responsável por inúmeros impactos

ambientais devido ao seu alto potencial poluidor. Considerando isso, uma das alternativas ao uso do petróleo como fonte de energia é o biodiesel.

O biodiesel pode ser definido como sendo um mono-alquil éster de ácidos graxos derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais (MONYEM e VAN GERPEN, 2001), obtido através de um processo de transesterificação*, no qual ocorre a transformação de triglicerídeos** em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos.

Estes processos acima citados têm como objetivo a redução da viscosidade dos óleos vegetais, de forma a contornar o problema relacionado à alta viscosidade dos mesmos, que atua como fator limitante à aplicação direta destes óleos nos motores.

A utilização do biodiesel como combustível apresenta potencial promissor no mundo, seja por questões ambientais, seja por questões estratégicas de redução da dependência do petróleo.

Existem várias espécies vegetais no Brasil utilizadas para produção de Biodiesel, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras. A soja mostra-se como uma das mais prováveis para uso, devido à vasta disponibilidade de grãos para processamento no Brasil (PNPB, 2006).

Mesmo em escala mundial, a maior parte do biodiesel atualmente produzido deriva do óleo de soja, utilizando-se metanol e catalizador alcalino.

A disponibilidade das espécies deve ser considerada visto que um dos obstáculos para a comercialização do biodiesel é o preço da matéria-prima e custos operacionais.

De acordo com Ferrari, Oliveira e Scabio (2005), o processo de obtenção de biodiesel a partir do óleo de soja, pode ser obtido por meio de processo simples e rápido, promovendo uma conversão de 97,5% do óleo em ésteres etílicos (composto químico). Em razão disso, as vantagens da utilização do biodiesel são as seguintes: é obtida de fontes renováveis, de matérias-primas abundantes no Brasil; contribuiria na geração de emprego na obtenção em escala industrial, na redução da dependência

---

* Transesterificação: é uma reação química entre um éster (RCOOR') e um álcool (R''OH) da qual resulta um novo éster (RCOOR'') e um álcool (R'OH). Por meio dessa reação é possível a separação da glicerina dos óleos vegetais.

** Triglicerídeos: uma molécula de glicerol ligada a três de ácido graxo

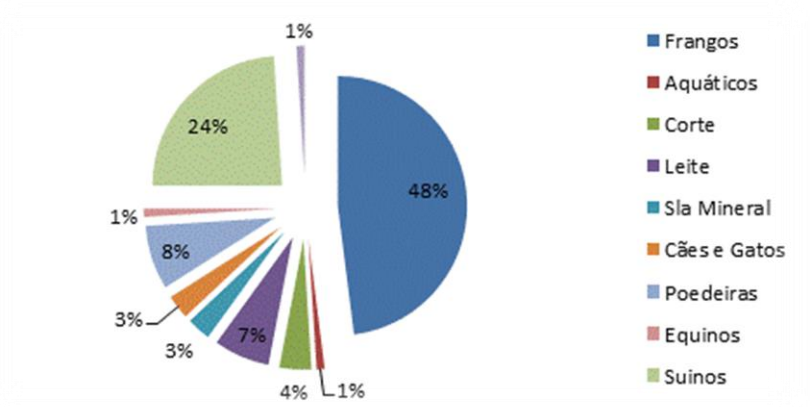
Fonte: Emprapa https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj0847od02wyiv802hvm3juldruvi.html.

externa de importação de diesel consumido no Brasil e da poluição atmosférica com a adição do biodiesel ao diesel.

2.4.2 Ração Animal

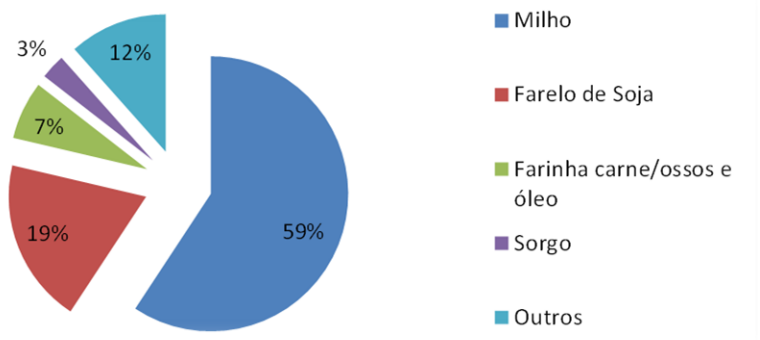
O Brasil registrou aumento de 5,3% em 2010 na produção da indústria de alimentação animal. Neste ano foram produzidos 61,4 milhões de toneladas de rações, movimentando R$ 33 bilhões somente em matérias-primas (excluídos os custos com embalagens, frete e margens) ANFAR/SINDIRAÇÕES (2011). As figuras 6 e 7 expressam o consumo de ração por espécie e uma estimativa dos macroingredientes utilizados no processo de fabricação de ração no Brasil.

Figura 6: Consumo de Ração por Espécie



Fonte: Sindirações (2011)

Figura 7: Consumo de Macroingredientes (Estimativa).



Fonte: Sindirações (2011)

O grão de soja possui como características nutricionais 91,35% de matéria seca (MS), 38,65% de proteína bruta (PB), 19,27% de extrato etéreo (EE) e 88,73% de nutrientes digestíveis totais (NDT) (VALADARES FILHO et al., 2010). Em razão disso, tem sido utilizado na alimentação de ruminantes como fonte de proteína, fonte de gordura, e por também apresentar fibra de alta digestibilidade com efetividade mediana comparado com forragens (VENTURELLI, 2011).

Existem algumas discussões acerca da utilização da soja em grãos como ração animal. Segundo EMBRAPA (2007), os grãos de soja são ingrediente para rações que apresenta proteína de boa qualidade quanto ao balanço de aminoácidos e custo relativamente baixo quando comparado às fontes protéicas e energéticas convencionais. No caso da utilização na dieta de vacas leiteiras, tem como principal objetivo o adensamento da concentração energética. Apresenta como vantagens o aumento da palatabilidade da ração, a redução do pó da ração e do desgaste dos equipamentos de moagem e mistura dos ingredientes das rações, além de facilitar a peletização* . Ainda foi observado um aumento produtivo das vacas e, em alguns casos, com aumento da produção de leite, principalmente quando a densidade energética da dieta é limitante. E, finalmente, foi observado um aumento do teor de gordura do leite. No entanto, ressalta-se que a principal razão para uso do grão da soja na dieta de vacas leiteiras tem sido econômica, pois, quando comparada ao milho quanto ao custo do kg de NDT ou kg de proteína, o custo de aquisição é menor.

Nesse sentido, a utilização da soja em ração animal deve ser baseada em estudo criterioso e análise da fonte de matéria prima. VENTURELLI (2011) afirma que a utilização de grão de soja cru na alimentação de ruminantes tem sido evitada devido a possível presença de substâncias tóxicas, estimulatórias ou inibitórias, incluindo fatores alergênicos e anticoagulantes. No entanto, RENNÓ (2009) conclui que não existem informações consistentes na literatura científica que demonstrem o potencial efeito negativo da utilização de grão de soja cru na alimentação de vacas leiteiras.

*Peletização: Transformação de farelos em grânulos através de um processo físico-químico adicionando-se vapor ao farelo submetendo-a aos fatores temperatura, umidade e pressão por um tempo determinado. Fonte: EMBRAPA (2007)

2.4.3 Compostagem

O processo de compostagem está associado ao de tratamento dos resíduos orgânicos de origem urbana, industrial, agrícola e florestal.

A compostagem é um processo de bioxidação aeróbia exotérmica*, ou seja, a oxidação da matéria orgânica é biológica na presença de oxigênio com liberação de calor. Este processo de degradação substrato orgânico heterogêneo no estado sólido que se é caracterizado pela produção de CO2, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (BRUNI, 2005).

Segundo Pereira Neto (1996), a compostagem é realizada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação, respectivamente.

Figura 8: Processo de Compostagem

A figura 8 representa os componentes necessários para o processo de compostagem. Segundo Barreira et al. (2006) na compostagem existem muitos fatores que interferem ou influenciam a decomposição, a maturação e a qualidade do produto final podendo-se citar a umidade, a temperatura, a relação C/N (relação carbono/nitrogênio) e os resíduos orgânicos utilizados.

Sobre esses fatores, a temperatura atua na eliminação de patógenos e relaciona-se com a rapidez do processo de biodegração (FERNANDES; SILVA, 1999), devido ao aumento da energia cinética das reações químicas. A umidade também atuaria

* Bioxidação aeróbia exotérmica: processo biológico da decomposição de matéria orgânica, na presença de oxigênio com liberação de calor (BRUNI, 2005).

favorecendo a atividade microbiana, não podendo ser elevada em demasiado, de forma a não propiciar ambiente anaeróbio (ausência de oxigênio) e formação de gás metano, tampouco, apresentar teor muito baixo, o que provocaria redução na atividade microbiana.

A relação C/N é um dos fatores de maior importância relacionado ao substrato utilizado. Relações muito elevadas tendem a provocar uma degradação lenta do material orgânico, e relações muito baixas tendem a provocar a decomposição muito rápida e geração de mau odor. Teoricamente, a relação C/N inicial ótima do substrato deve situar-se em torno de 30:1, podendo variar de 20:1 a 70:1 de acordo com a maior ou menor biodegradabilidade do substrato. No final da compostagem a relação C/N converge para valores de 10:1 e 20:1 (FERNANDES; SILVA, 1999).

Alguns resíduos orgânicos podem ser inadequados para a utilização na compostagem, levando à putrefação do material. Por isso, deve ser escolhido o material adequado como substrato para a realização do composto.

O resíduo de soja, por constituir-se de fonte de carbono orgânico e nitrogênio, pode ser utilizado como matéria-prima para compostagem. A adição de outros tipos de resíduos pode ser realizada de forma a buscar a eficiência do processo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa realizada é quantitativa e qualitativa. Foi utilizado como instrumento de coleta de dados entrevistas junto aos empregados da VLI. Para descrever, analisar e avaliar o fenômeno utilizou-se a abordagem de estudo de caso, por meio do qual se busca a explicação a partir da prática com a realização de uma pesquisa de campo.

3.1 Definição da Localidade Piloto

O estudo focou no Terminal Integrador de Araguari, o segundo maior terminal de transbordo de grãos e recebimento e armazenagem de fertilizantes da América Latina (VLI - 2013), o qual está localizado em Araguari, Minas Gerais, Brasil, demonstrado na Figura 9.

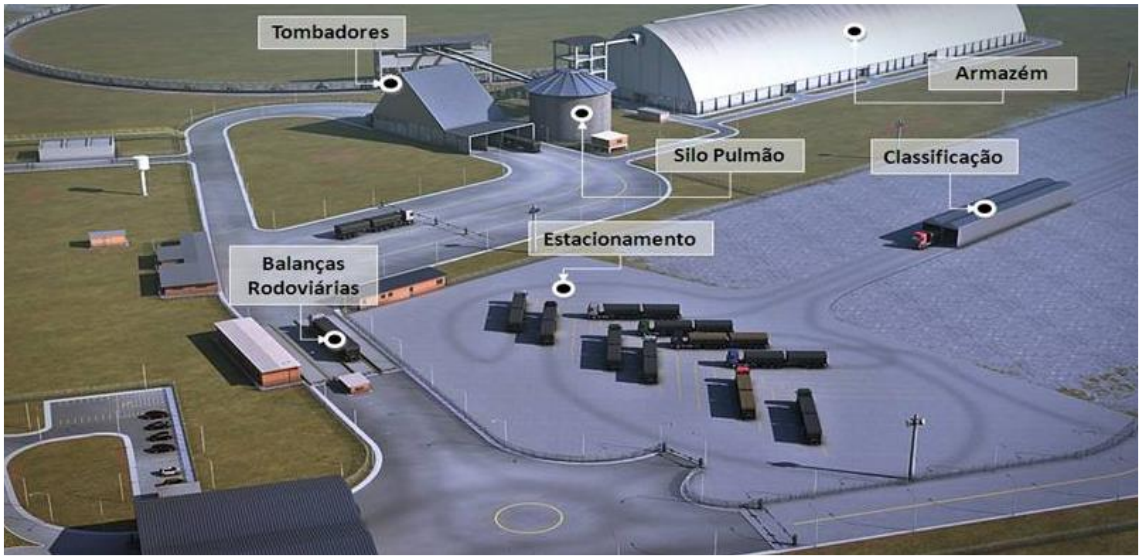
Figura 9: Localização do Terminal de Araguari

O terminal possui as seguintes estruturas para grãos, representados na Figura 10:

- Capacidade de armazenagem de 120 mil toneladas com um sistema avançado de aeração e termometria.
- Silo pulmão com capacidade para 6 mil toneladas.
- Posto de abastecimento full para as locomotivas.
- Silo balança.
- Balança dinâmica.
- Vibrador de vagões.
- Pátio de estacionamento para 200 bitrens e uma estrutura moderna que inclui tombadores e instalações para os carreteiros.

O recebimento da carga se dá por transporte rodoviário. A carga proveniente dos caminhões é retirada no tombador e encaminhada para os silos de armazenamento ou direto para o abastecimento dos vagões, que terá a continuidade do escoamento pela ferrovia.

Figura 10: Planta do Terminal Integrador Araguari



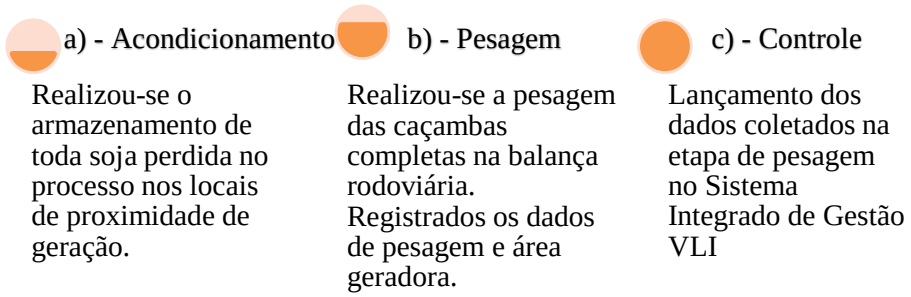
3.2 Diagnóstico da perda da soja

O diagnóstico da perda da soja no Terminal Integrador de Araguari foi realizado por meio levantamento e estratificação do quantitativo de perda do grão e suas causas. Observou-se a operação nos pontos de recebimento, transbordo, armazenamento e carregamento dos terminais.

3.2.1 Quantificação da soja perdida na operação do Terminal

A quantificação da soja consistiu de três etapas, conforme esquematizado na figura abaixo. O período de mensuração da soja perdida no processo foi o mês de outubro.

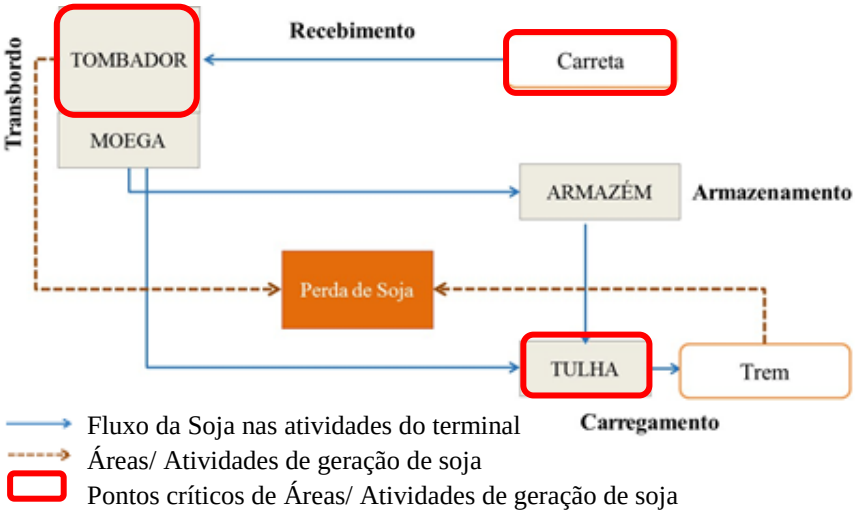
Figura 11: Etapas de quantificação da soja



a) Etapa de Acondicionamento

Nesta etapa, foram identificados os locais que, visualmente, apresentaram maior perda de soja: tombador, tulha e armazém, onde efetuou-se a instalação das caçambas, demonstrados na figura 12.

Figura 12: Identificação dos pontos de maior geração de soja



- Capacidade das caçambas instaladas: 3 toneladas;
- Quantidade e locais das caçambas instaladas:

Local	Quantidade
Armazém	1
Tombador	3
Tulha	1

- Diretrizes: Encaminhar a soja recolhida para caçambas, exemplificadas na figura 13, referentes a área geradora e retirá-las após estarem completas.

Figura 13: Caçambas de recolhimento da soja na área do tombador

b) Pesagem

A balança (Figura 14) utilizada para pesagem das caçambas de resíduo foi a mesma instalada no terminal para pesagem das carretas de produto dos clientes. Os dados coletados para controle foram: data, área geradora e peso (Toneladas).

Para pesagem das caçambas ficou estabelecido que as áreas geradoras seriam responsáveis pela solicitação de retirada da caçamba.

Figura 14: Balança Rodoviária para pesagem das caçambas de soja

	Especificação da balança: Fabricante: Toledo; Modelo 820; Carga Máxima: 12 toneladas

c) Controle

Os dados definidos para gestão da geração de soja foram: data, área geradora, setor, origem, tipo de resíduo, acondicionamento e quantidade (Toneladas).

O Sistema Integrado de Gestão VLI – SIV, ilustrado nas Figuras 15 e 16, foi definido para utilização dos lançamentos dos dados coletados.

Figura 15: Tela Inicial do Sistema de Gestão de Resíduos

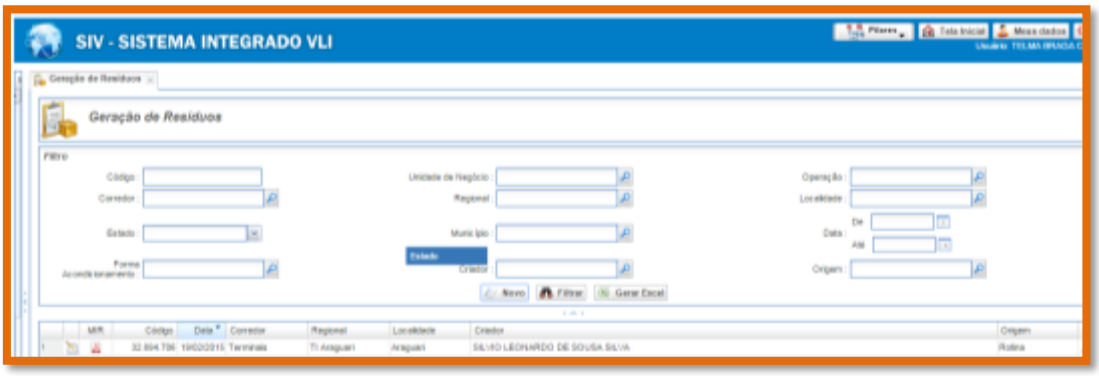


Figura 16: Tela de Lançamento de Dados para Gestão de Resíduos

3.2.2 Levantamento de causas de perda de soja nos processos

Para levantamento de causas de perda de soja foi realizado por meio de entrevista a pessoas responsáveis pela área de meio ambiente e os empregados das áreas mapeadas como pontos críticos de não conformidades, e observação visual da operação do Terminal.

3.2.3 Avaliação de destinação da soja perdida no processo

Para a soja, que atualmente é destinada para o aterro sanitário do município, procedeu-se à avaliação de outras possíveis destinações. Considerou-se os três processos de uso da soja referenciados no item 2.2 deste trabalho, ou seja: ração animal, biodiesel e compostagem.

Nesta etapa foram avaliados possíveis parceiros para destinação da soja. Foi realizado levantamento e consolidação das empresas em uma lista para verificação da viabilidade de destinação para os mesmas.

Para produção de biodiesel foram consideradas as 10 usinas associadas na Associação de Produtores de Biodiesel do Brasil. Para levantamento dos estabelecimentos fabricantes de ração do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de ração foi adquirida a lista pelo Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal – Sindirações, onde identificou-se nove estabelecimentos em Uberaba, vinte e seis estabelecimentos em Uberlândia e quatro estabelecimentos em Araguari. Para compostagem, buscamos as empresas registradas como tratamento de resíduos, tendo como resultados duas empresas em Uberlândia e três empresas em Araguari.

3.3 Caracterização do Resíduo da Soja

Para fins de avaliação de alternativas de destinação da soja que não retorna para o processo realizou-se a caracterização físico-química de amostra de resíduo coletada no Terminal de Araguari.

Os seguintes parâmetros foram analisados:

- Fase de pré-caracterização: pH, sulfeto, cianeto, umidade, teor de sólidos.
- Ensaio de lixiviação e Ensaio de Solubilização: Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cromo, Fluoreto, Mercúrio, Prata, Selênio, Pentaclorofenol, 2,4 D, 2,4,5 T, 2,4,5 TP, Benzeno, Benzo-a-pireno, Cloreto de vinila, Clorobenzeno, Clorofórmio, 1,2 Dicloroetano, 1,1 Dicloroetano, Hexaclorobenzeno, Metiletilcetona,Tetracloreto de carbono, Tetracloroetileno, Triclorofenol, Organoclorados, Aldrin, Dieldrin, Clordano, DDT, DDD, DDE, Endrin, Heptacloro epóxido, Lindano, Metoxicloro, Toxafeno.

A metodologia para as análises foi baseada na NBR 10005 (pré-caracterização), SWWA 5520 D (óleos e graxas), Método de Elisa – Kit (Aflatoxina (dosagem)), POP.CROMO.27 (Aflatoxina B1, Aflatoxina B2, Aflatoxina G1, Aflatoxina G2), IAL 451/IV (proteína), CCD (zearalenona (pesquisa)).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os terminais integradores de transbordo de grãos são áreas bastante suscetíveis para perda de produtos durante as atividades. Com a execução da dissertação pode-se conhecer e avaliar detalhadamente as perdas da soja geradas nas atividades nos terminais e com isso viabilizar soluções, novas diretrizes/tecnologias para minimização da geração na fonte e propor uma destinação adequada para a mesma.

A proposta de trabalho foi a construção de um comitê formado pelos técnicos e analistas de meio ambiente, técnicos de qualidade e os próprios empregados das áreas mapeadas do estudo, formando assim um grupo multidisciplinar capaz de diagnosticar, analisar e propor ações e para tratamento das causas mapeadas. Abaixo (Figura 17) resumo das etapas e ações realizadas neste estudo de caso.

Figura 17: Cronograma de implantação do projeto 2013 /2014

4.1 Etapa de Diagnóstico

A etapa de diagnóstico contemplou a quantificação e levantamento das causas da perda de soja, bem como as propostas de tratamento dos principais desvios identificados.

O período de mensuração da soja perdida no processo foi o mês de outubro. A Tabela 3 e Figura 18 demonstram a estratificação das quantidades e percentual de geração de soja no processo, respectivamente.

Tabela 3. Estratificação de geração de soja (Ton.)

Área/ Atividades	Out/2013
Tombador	10,42
Trajeto da carreta	7,97
Tulha	2,05
Total	20,44

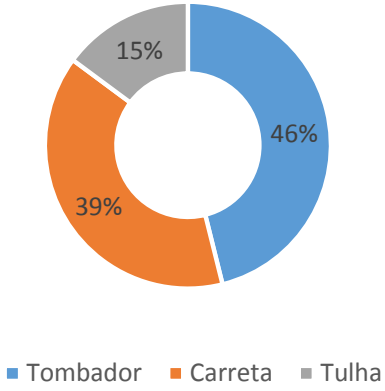


Figura 18: Percentual de geração de soja (Média dos meses de Out/2013 e Jan/2014)

A soja perdida no tombador representou o principal impacto com 46%, seguido da soja perdida no trajeto da carreta com 39% e a tulha representando 15%. Para estes principais pontos mapeados foram propostas as ações descritas na tabela abaixo:

Tabela 4. Ações para tratamento dos desvios identificados e prazo de implantação

Áreas/ Atividades	Ações	Quando
Tombador	Instalar cobertura na área posterior do tombador.	Jan/2014
Trajeto da carreta	Realizar avaliação pela área de qualidade para destinação da soja como resíduo	Jan/2014
Tulha	Instalar telas na lateral da tulha	Jun/2014
	Substituir difusor de fluxo para carregamento dos vagões	Mai/2014
	Impermeabilizar área de solo próximo ao carregamento na tulha.	Jun/2014

4.2 Resultado: Etapa de Implantação das Ações Propostas

Para a implantação das ações foi priorizada a instalação de cobertura na parte posterior do tombador, a qual foi mapeada como área de principal impacto. Esta ação demandava maior investimento e tempo de execução. As obras iniciaram em novembro de 2013, coincidindo com o período de entressafra, e finalizaram em janeiro de 2014. A tabela abaixo demonstra o ganho e implantação da cobertura.

Tabela 5. Implantação e ganhos das ações mapeadas no tombador

Implantação	Ganhos
	Com a implantação da cobertura evitamos a contaminação da soja gerada na limpeza das carretas após o tombador com a água e outros produtos, possibilitando o recolhimento no local e retorno da soja para o processo.

Para a soja perdida no trajeto da carreta depois do descarregamento no tombador e liberação da mesma como resíduo, foi proposta que a área de qualidade fosse responsável para verificação e liberação após análise dos parâmetros de contaminação. Foi inserido no procedimento operacional da empresa, PRO – Gestão de Qualidade do Estoque o item de usar como critério de descarte os parâmetros de presença de produto com pedras e demais objetos, mistura de produtos e se o produto está molhado (umidade). Se os parâmetros estiverem dentro da especificação, a soja retorna para o

processo; caso contrário, é destinada como resíduo. Este procedimento foi implementado em janeiro de 2014. Apesar de simples, esta ação trouxe um grande resultado para o terminal, pois antes não existia esta análise considerando toda soja perdida como resíduo.

A última atuação deste estudo de caso foi na tulha, onde buscamos nova tecnologia da tromba do difusor de fluxo de produto para melhor alocar no espaço abertura do vagão; além disso, foram instaladas telas em toda lateral da tulha e impermeabilizada a área de solo próximo ao carregamento da tulha, representadas na Tabela 6.

Tabela 6. Implantação e ganhos das ações mapeadas na tulha

Implantação das Ações na Tulha	
Ganhos	
Com a instalação das telas na lateral da tulha não temos mais acúmulo de material na área.	A substituição da tromba do difusor permitiu uma redução significativa de material no carregamento dos vagões e uma redução também no tempo de posicionamento e carregamento dos mesmos, pois a tromba possui uma maior superfície com a abertura do vagão.

4.3 Análise de Eficácia das Ações Propostas

Um plano de ação será eficaz à medida que o mesmo é cumprido e os resultados planejados são alcançados. A avaliação da eficácia foi conduzida de forma objetiva e baseada em fatos e dados.

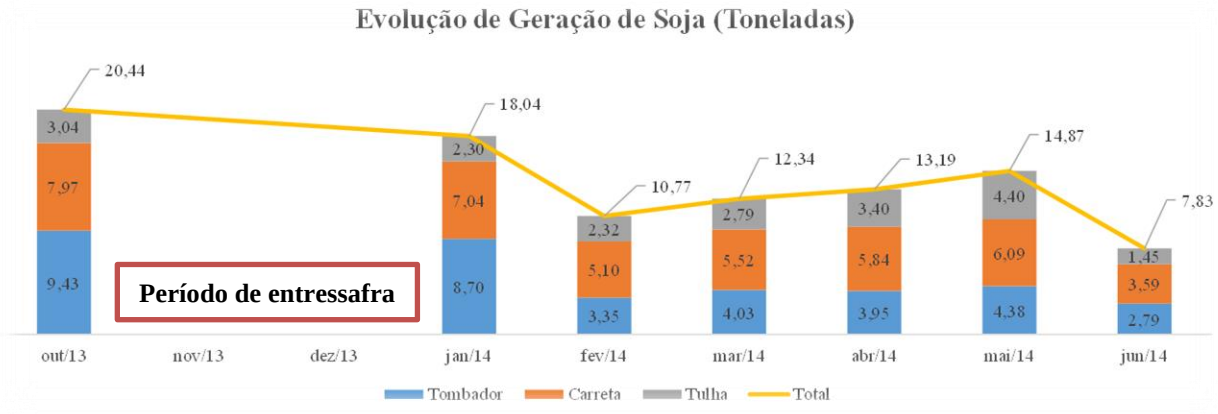
Foram considerados os seguintes itens:

- Verificação "*in loco*" se o problema foi sanado;
- Avaliação se as ações para eliminar as causas dos problemas foram efetivamente implantadas;
- Avaliação dos registros de controle da geração de soja, a fim de saber se a redução na fonte foi alcançada.

Constatando-se que as ações planejadas foram executadas e os resultados foram alcançados, verifica-se que o plano de ação foi eficaz. Os itens de verificação *in loco* e avaliação para implantação das ações foram verificados e os resultados alcançados, evidenciados no item 5.2 deste trabalho.

A análise para monitoramento e verificação da redução da perda de soja foi acompanhada mensalmente desde a implantação do controle descrito no item 4.2.1. Os resultados coletados estão evidenciados nas figuras abaixo. Para avaliação da evolução da geração de soja após a implantação das ações foi adotado o seguinte cálculo: percentual de redução, considerando a quantidade de soja inicial (média dos meses de out/13 e jan/14) e a quantidade de soja posterior a implantação das ações (média dos meses de fev-jun/14).

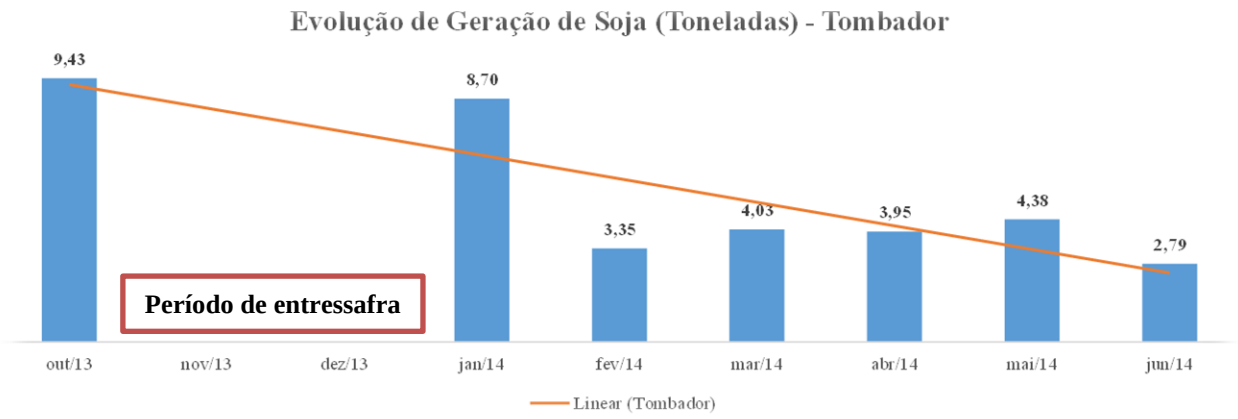
Figura 19: Evolução da geração total de soja no período de out/2013 – jun/2014



Foram observadas duas reduções significativas na geração de soja total nos meses de fevereiro/2014 e junho/2014, posterior a implantação das ações no tombador e tulha respectivamente. A média da quantidade de soja anterior era 19,24 toneladas em contrapartida a uma média de 11,80 toneladas posterior a implantação das ações, representando uma redução de 39% na geração de soja total.

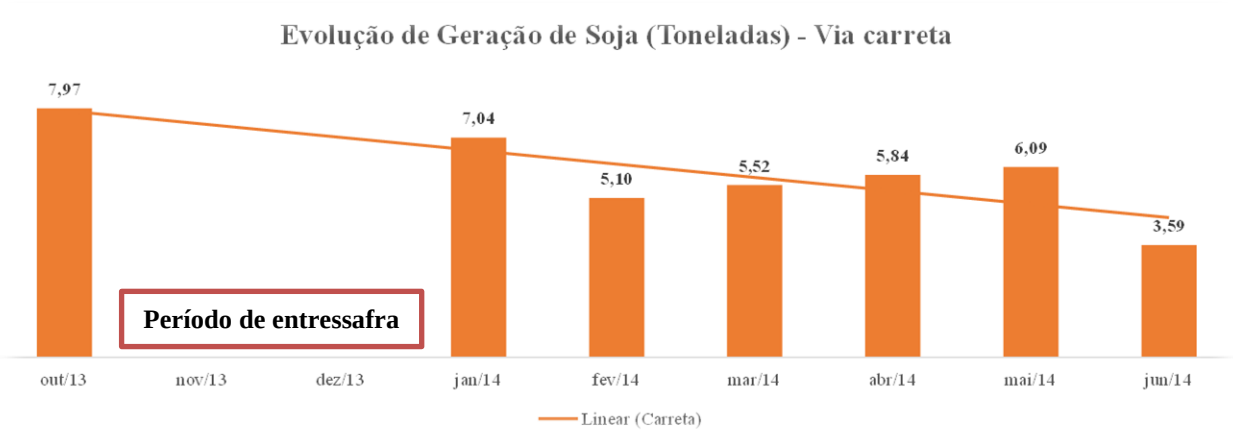
Alterando o período de referência para o mês de outubro como a quantidade inicial e o mês de junho a quantidade final, temos uma redução de aproximadamente 62,0% na geração total. Estratificando estes valores para as atividades do tombador, carreta e tulha, temos um impacto de 32,5% contra 21,5% e 8% respectivamente. O tombador representa o principal impacto na redução da geração da soja perdida nos processos.

Figura 20: Evolução da geração de soja no tombador e curva de tendência no período de out/2013 – jun/2014



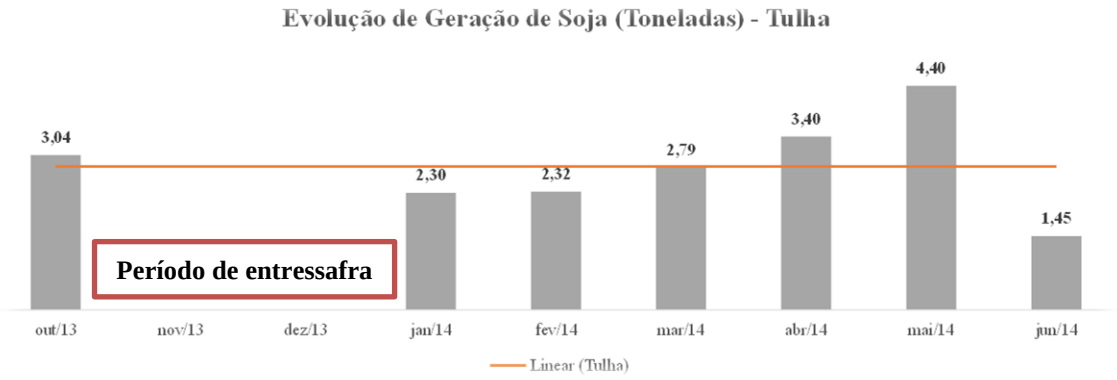
Mudando a ótica novamente para cada processo e considerando os períodos da quantidade de soja inicial (média dos meses de out/13 e jan/14) e a quantidade de soja posterior a implantação das ações (média dos meses de fev-jun/14) temos uma redução de 59% com a implantação das ações no tombador.

Figura 21: Evolução da geração de soja no trajeto da carreta e curva de tendência no período de out/2013 – jun/2014



Na análise de eficácia da implantação da liberação da área de qualidade das caçambas de soja recolhidas na varrição nas vias do terminal, tivemos uma redução de aproximadamente 30%, demonstrado na Figura 22.

Figura 22: Evolução da geração de soja na tulha e curva de tendência no período de out/2013 – jun/2014

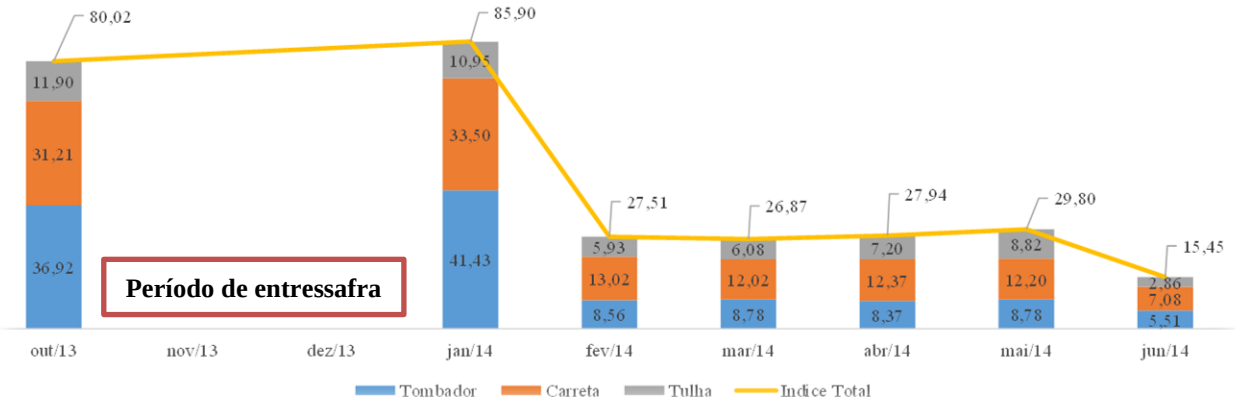


As últimas ações implantadas foram as propostas na área da tulha. Para esta análise será alterado o período de avaliação, já que as ações foram realizadas apenas nos meses de maio e junho. A quantidade de soja inicial considerada é a média dos meses de out/13-mai/14 e a final apenas o mês de jun/14. A redução verificada foi de 52% da quantidade inicial gerada para a quantidade final na tulha.

Outo dado analisado foi índice de geração da soja. Integrando a visibilidade de geração em relação ao volume transportado também foi considerado o cálculo do índice em g/TKU (grama por Tonelada-Quilômetro Útil), indicado na Figura 22. A evolução foi

bastante similar quando comparada o resultado do índice com a geração de soja representada na Figura 23. Os patamares de redução significativos observados acontecem nos mesmos meses de janeiro/2014 para fevereiro/2014 e de maio/2014 para junho/2014, referentes a implantação das ações propostas para tratamento dos desvios identificados. É importante ressaltar que quando o volume é considerado não tem uma grande variação nos meses de fev-mai/14, pois durante este período não é realizado a implantação de novas ações. Também a linearidade do gráfico representa a estabilidade e eficiência das ações implantadas.

Figura 23: Índice de geração de soja por volume transportado



4.4 Avaliação da destinação da soja classificada como resíduo

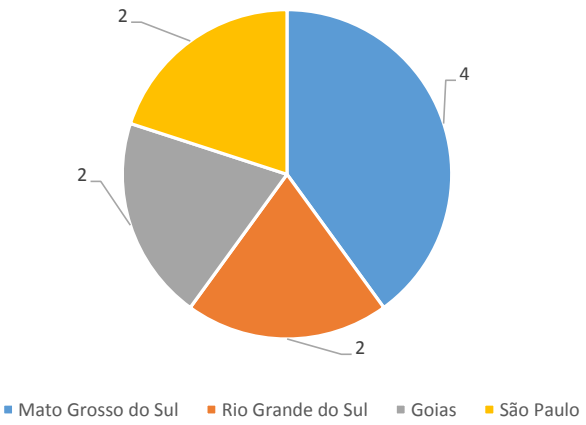
4.4.1 Alternativas de destinação

Para avaliação de destinação separamos em três processos:

1) Biodiesel

A base de dados utilizada para levantamento de usinas de biodiesel foram as usinas associadas na Associação de Produtores de Biodiesel do Brasil. O resultado encontrado foi: 10 usinas localizadas nas seguintes cidades, Campo Verde (Mato Grosso do Sul), Cuiabá (Mato Grosso), Passo Fundo e Santa Bárbara do Sul (Rio Grande do Sul), Intubiara (Goiás), Catanduva e Lins (São Paulo). A Figura 24 representa a distribuição das usinas nos Estados.

Figura 24: Distribuição das cidades das usinas de biodiesel por Estado

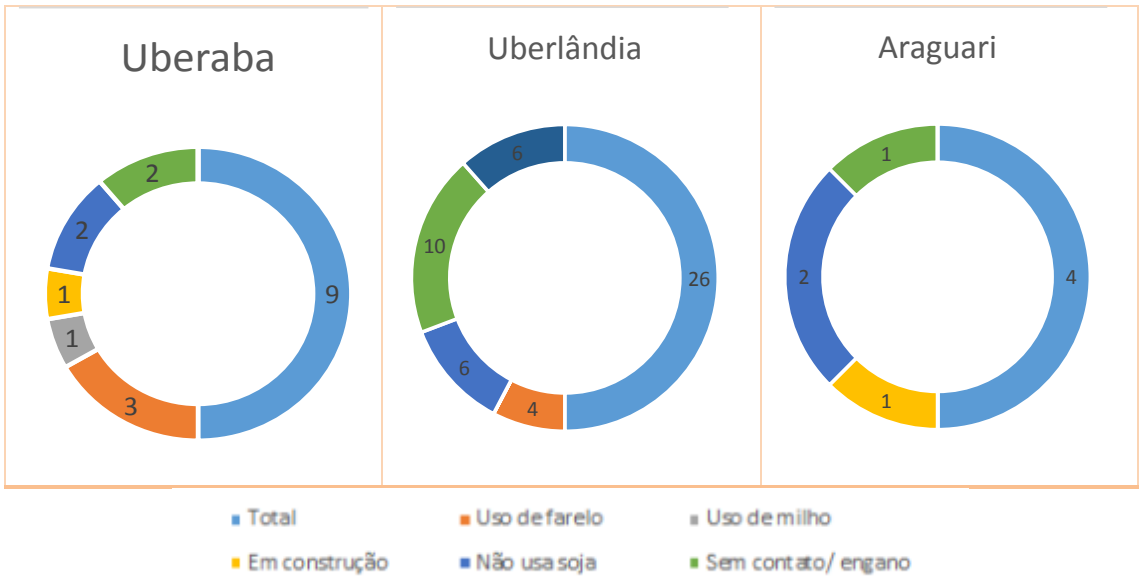


Não foi identificada nenhuma usina próxima a localidade do terminal, inviabilizando o estudo em função da logística e tempo necessário para implantação de piloto para destinação da soja em usinas de biodiesel.

2) Ração Animal

Após pesquisa, foi listado os estabelecimentos de fabricação de ração e priorizado os estabelecimentos localizados nas cidades de Uberaba, Uberlândia e Araguari. Foi verificado com todos os estabelecimentos listados o interesse e viabilidade de parceria para destinação da soja e os resultados listados na Figura 25.

Figura 25: Viabilidade dos estabelecimentos de fabricação de ração animal



Foram verificados os 39 estabelecimentos e não foram obtidos resultados positivos, de forma que não foi possível viabilizar nenhum parceiro para possível piloto do uso da soja no processo de ração.

Verificou-se também uma dificuldade para garantir o processo da qualidade da soja classificada como resíduo para destinação de ração, já que seria necessário a implantação de tecnologias no terminal, como processo de secagem para não haver fermentação, de moagem e mistura com outros farelos para diminuir a concentração de soja e uso como ração. Todas estas etapas são processos relativamente caros e também são necessárias as etapas de carga e descarga num ambiente suficientemente limpo evitando contaminação com outros materiais presentes no terminal e com a própria água.

3) Compostagem

Foram mapeadas cinco empresas localizadas nas cidades de Araguari e Uberlândia. Para estas empresas foram realizadas visitas técnicas pelo analista de meio ambiente com o objetivo de verificar se:

- a destinação de resíduos do terminal para a empresa parceira não representaria risco, como corresponsável pelos resíduos gerados;
- se são verídicas as informações da documentação mínima exigida pela legislação para os serviços / processos que a empresa necessitava;
- os controles ambientais da empresa destinatária eram adequados para as atividades realizadas e se atendiam aos requisitos legais aplicáveis;
- os dados de monitoramento ambiental atendiam aos requisitos legais aplicáveis;
- os processos e operações unitárias realizadas com os resíduos são controlados e monitorados de forma adequada.

Das cinco empresas mapeadas foi verificado que apenas três estariam aptas a receber o resíduo de soja conforme atendimento dos itens citados acima (Figura 26).

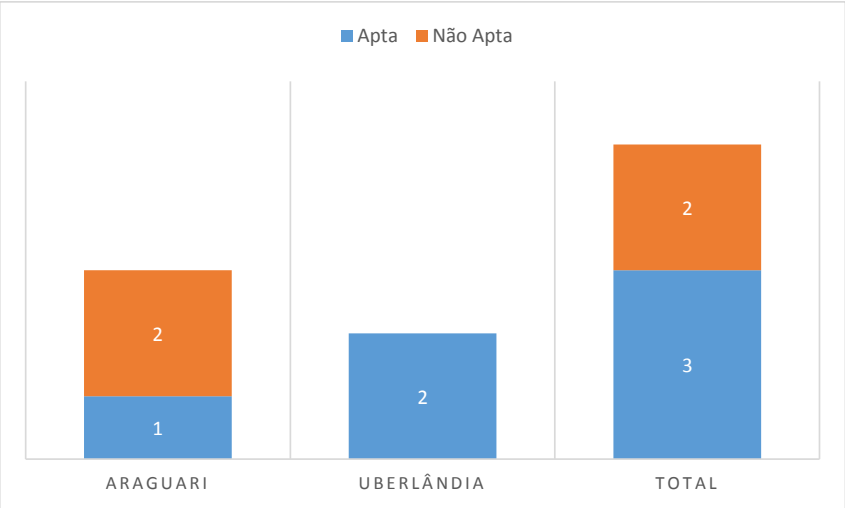


Figura 26: Relação de empresas aptas para destinação de soja no processo de compostagem

Após a etapa de avaliação das empresas aptas ambientalmente, foi verificada a viabilidade de destinação considerando o custo do tratamento, logística e aceitação da empresa para recebimento do resíduo de soja (Tabela 7).

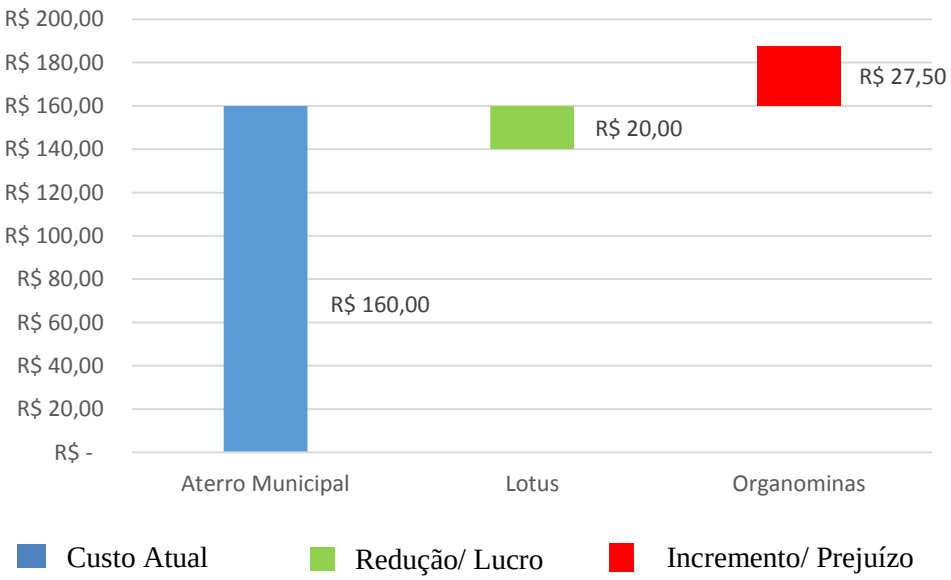
Tabela 7. Avalição de viabilidade econômica e interesse de parceria da empresa

	Viabilidade Econômica			Aceitação
	Transporte	Tratamento	Total	
Geociclo	R$ 30,00	R$ 70,00	R$ 100,00	Negativa
Lotus	R$ 140,00		R$ 140,00	Positiva
Organominas	R$ 77,50	R$ 110,00	R$ 187,50	Positiva

*Nota: este valores são correntes e o período de análise foi jun/2014

O valor de contrato para transporte e tratamento do resíduo para o aterro sanitário é de R$ 160,00/ tonelada. A Figura 27 representa a comparação do valor pago para o aterro sanitário com as duas empresas suscetíveis para recebimento do resíduo.

Figura 27: Análise de viabilidade econômica das empresas suscetíveis e aterro sanitário municipal



A empresa Organominas localizada em Uberlândia gera um incremento de R$27,50/ tonelada destinada, já a empresa Lotus localizada em Araguari proporciona para o terminal uma redução de R$20,00/tonelada destinada para tratamento pelo processo de compostagem comparando com a destinação atual que á o aterro sanitário municipal. Considerando o último mês de referência, em junho/2014 quando foram geradas 7,83 toneladas, temos uma tendência de redução de custo de aproximadamente R$ 1.900,00 por ano.

4.4.2 Resultados analíticos

Com o objetivo de caracterização da soja classificada como resíduo, realizaram-se análises físico-químicas em laboratório, conforme especificado em metodologia (item 4.2). As análises foram realizadas pelo laboratório Araxá Ambiental, localizado na cidade de Araxá em Minas Gerais.

O resíduo pôde ser classificado como sendo classe II, não inerte, conforme laudo em anexo (Anexo 1).

Os resultados demonstraram não haver restrição, no que se refere a uma possível contaminação do material pelos parâmetros analisados, para utilização da soja nas alternativas estudadas, principalmente a compostagem e biodiesel.

Sobre a utilização como ração, aliando-se ao fato da ausência de viabilidade de produção, pelas empresas prospectadas, recomendar-se-ia um estudo cauteloso, pelas razões abordadas em revisão de literatura, relacionadas à nutrição animal.

5 CONCLUSÃO

O estudo propiciou a análise crítica sobre possíveis fontes de geração de resíduo de soja, e propôs alternativas para minimização desta geração, bem como para sua destinação.

Para a pesquisa de campo foi formada uma equipe multidisciplinar composta por empregados das áreas de meio ambiente, qualidade, manutenção, projetos e operação com o intuito de proporcionar maior familiaridade com o problema identificado. Para o levantamento da quantificação da soja perdida no processo de operação, foi realizada visita *in loco* a partir da qual precedeu-se à definição do fluxo representativo das diferentes etapas da operação do terminal e posterior identificação dos locais adequados para controle da geração de soja com base na observação visual dos locais de maior impacto de perda.

Considerando o período de outubro/2013 a janeiro/2014 totalizou uma média de perda de aproximadamente 19 toneladas de soja, com as seguintes estratificações: a soja perdida no tombador representou o principal impacto com 46%, seguido da soja perdida no trajeto da carreta com 39% e a tulha representando 15%. Para estes principais pontos mapeados foram propostas ações para o tratamento dos desvios identificados.

As ações para tratamento dos desvios identificados foram: instalação de cobertura na área posterior do tombador, avaliação e liberação pela área de qualidade para destinação da soja como resíduo, instalação de telas na lateral da tulha, substituição do difusor de fluxo para carregamento dos vagões e impermeabilização da área de solo próximo ao carregamento na tulha.

Como resultados, o presente estudo mostrou que com a implantação destas medidas, em relação a perda de soja houve redução de aproximadamente 62% em relação ao mês de diagnóstico Outubro/2013. Em 10 anos espera-se uma redução acumulada estimada de 1.500 toneladas de resíduo, representando 31% do volume carregado no mês no terminal e uma queda no prejuízo de aproximadamente R$ 1 milhão. A este valor, considerando o mesmo período de 10 anos citado anteriormente, também deve ser acrescentado o valor que foi reduzido com sua destinação que equivale aproximadamente R$ 240 mil com o envio para o aterro sanitário municipal adotado até então.

Mesmo com a grande redução das perdas ainda ocorre a produção de resíduos que precisam ser descartados. Para a destinação da soja eventualmente perdida,

verificou-se que dentre das alternativas levantadas, a compostagem seria a de melhor viabilidade, especificamente para este estudo de caso. Os resultados das análises físico-químicas sobre as características da soja indicaram não haver limitações para sua utilização em processo de compostagem, tendo-se em vista não terem sido constatados contaminantes em concentrações potencialmente nocivas ao ambiente. Paralelamente, por se tratar de uma fonte de matéria orgânica e classificada como resíduo classe II, os resultados corroboram com a literatura no que se refere à utilização da soja para compostagem e para fins de condicionamento de solos.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA (AGEITEC). **Transportes.** <Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_15_271020069131.html> Acesso em: mar. 2015.

ANFAR/SINDIRAÇÕES. Alimentação Animal: perfil do mercado brasileiro 1997/1998. São Paulo: Folder 1998

ANFAR/SINDIRAÇÕES. Setor de Alimentação Animal. Boletim Informativo do Setor · Março 2011

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DO ESTADO DE MATO GROSSO (AGROSOJA). **Os usos da soja.** Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/sobre-a-soja/Os-usos-da-Soja>. Acesso em: 30 fev. 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. 2010 e 2012. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/default.asp>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE CARGA – NTC**.** Disponível em: http://www.portalntc.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=49632&catid=63&Itemid=119. Acesso em: 30 fev. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Relatório Gerencial da Ouvidoria**. 2011.

BRUNI, V. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005

CAIXETA FILHO, J. V. Transporte e logística no sistema agroindustrial. In: **Preços Agrícolas:** Mercados Agropecuários e Agribusiness, v. 10, n. 119, p. 2-7, set. 1996.

CAMPOS, J., FACHEL, F. **Vantagem da produção de soja brasileira é perdida na logística de transporte.** Mato Grosso: Jornal da Globo, 2010. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ekS9PZTm88s>.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos:** criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Principais estados produtores de soja. <http://www.conab.gov.br>. 2012. Acesso em: 4 abr. 2015.

DELIBERADOR, Lucas Rodrigues. **Análise de Soluções para Eliminação das Perdas no Transporte de Soja**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 9, 2013.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Alimentação de Vacas Leiteiras**. Parnaíba-PI. 2007.

EMBAPA. https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj0847od02wyiv802hvm3juldruvi.html Acesso em: jan. 2016.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTTO J. J. **Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro**. Embrapa Soja. Londrina 2011

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de biossólidos.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. 84p.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. da S.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja**: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Quím. Nova** [online], v.28, n.1, pp. 19-23. 2005. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000100004. Acesso: 30 jun. 2015.

FIGUEIREDO, K. F. et al. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**, São Paulo: Atlas, 2003.

MEREGE, A. A; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Logística para exportação da soja paranaense. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 22, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR: [s.n.], 2002.

MONYEM, A.; VAN GERPEN, J. H. The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions. **Rev. Biomass & Bioenergy**, v.20, p. 317. 2001.

MORAIS, H. M. M., MAYORGA, M. I. O., CASIMIRO FILHO, F. Análise do custo social das perdas no processo produtivo da banana no município de Mauriti-CE. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 43, 2005. **Anais...** Riberão Preto: SOBER, 2005.

MOREIRA, Marcelo Garrido. **Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2012 – soja**. CSEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, 2012.

OMETTO, J. G. S. Os gargalos da agroindústria**. Rev. Estado de São Paulo**, São Paulo, 22 maio 2006.

PARENTE, E. J. **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68 p.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem.** Belo Horizonte – UNICEF, 1996. 56 p.

PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL (PNPB). **Biodiesel.** 2010. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br/programa>. Acesso em: 20 fev. 2015.

REIS, J. G. M. **Modelo de avaliação da qualidade para redes de suprimentos**. 2011. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Universidade Paulista - São Paulo, 2011.

RENNÓ, F. P.; FREITAS JUNIOR, J. E.; GRANDA, J. F. R.; BARLETTA, N. V. NAVES, A. B.; GAMEIRO, A. H.; VERDURICO, L. C. **Grão de Soja na Alimentação de Vacas Leiteiras.** Pirassununga. 2009

REVISTA RURAL. **Uso da tecnologia garante maior produtividade**. v. 84, jan./fev., 2005. Disponível em: <http://www.revistarural.com.br/Edicoes/2005/artigos/rev84_colheita.htm>. Acesso em: 20 fev. 2015.

ROSA, I.F., MAKIYA, I. K. Sustentabilidade da soja brasileira no mercado internacional: gestão de trade off. 2011. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg7/anais/T11_0361_1904.pdf>.

SEMPREBOM, P. A. **Perdas no transporte agrícola.** Monografia (Ciência Política e Desenvolvimento Estratégico) - Faculdade Arthur Thomas, Londrina, 2009.

SINDIRAÇÕES. **Boletim Informativo do Setor de Alimentação Animal.** São Paulo. Março, 2011.

VALADARES FILHO, S.C. et al. (Eds.) **Nutrient requirements of zebu cattle BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, 2010. 185 p.

VENTURELLI, Beatriz Conte. **Grão de soja cru e integral na alimentação de vacas leiteiras no terço final de lactação**. 2011. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-24042012-130309/>. Acesso em: 29 mar.2015.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **FAS Databases**. 2012. Disponível em: < http://www.fas.usda.gov/data.asp >. Acesso em: 07 fev. 2015.

ANEXO

ANEXO 1 Ensaios para Classificação de Resíduos Norma ABNT/NBR 10004:2004 - Resíduos Sólidos (Classificação)