



INSTITUTO FEDERAL
Fluminense
Campus Macaé

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

**RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS E VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA: ESTUDO DE
CASO COM *FLOATING HOSES* E COSMÉTICOS**

MARLON DE ALMEIDA CLEMENTE DA SILVA

MACAÉ/RJ

2017



INSTITUTO FEDERAL
Fluminense
Campus Macaé

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



MARLON DE ALMEIDA CLEMENTE DA SILVA

RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS E VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA: ESTUDO DE CASO COM *FLOATING HOSES* E COSMÉTICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, área de Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Orientador: Professor D.Sc. José Augusto Ferreira da Silva.

MACAÉ/RJ

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586r Silva, Marlon de Almeida Clemente da, 1976-
Resíduos sólidos industriais e valorização energética:
estudo de caso com *Floatiny Hoses* e cosméticos/ Marlon de
Almeida Clemente da Silva. - Macaé, RJ, 2017.
51 f. : il. color.

Orientador: José Augusto Ferreira da Silva.

Dissertação (Mestrado). - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em
Engenharia Ambiental, Macaé, RJ, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Resíduos sólidos - Eliminação. 2. Cosméticos - Indústria -
Eliminação de resíduos. 3. Resíduos industriais - Aspectos
ambientais. 4. Indústria *offshore* de petróleo - Eliminação de
resíduos. 5. Energia - Fontes alternativas. I. Silva, José
Augusto Ferreira da, 1970-, orient. II. Título.

CDD 628.445 23.ed.

Dissertação intitulada RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS E VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA: ESTUDO DE CASO COM *FLOATING HOSES* E *COSMÉTICOS*, elaborado por Marlon de Almeida Clemente da Silva e apresentado, publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção da Qualificação de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área concentração Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação, do Instituto Federal Fluminense - IFFluminense.

Aprovado em: 06/09/2017

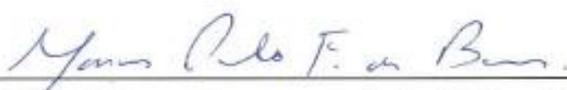
Banca Examinadora:



José Augusto Ferreira da Silva, Doutor em Geografia / Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Orientador



Jader Lugon Júnior, Doutor em Modelagem Computacional, Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense IFF – Examinador Interno



Marcos Paulo Figueiredo de Barros, Doutor em Ecologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Adjunto de Ecologia Aquática da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha família, que é meu “Porto Seguro”. A Ingrid, minha esposa que tanto amo, pela compreensão, aos meus filhos queridos: Caio, Mel, Filipe e Benjamim, pela paciência; a minha mãe, Rosângela, pelo incentivo; ao meu irmão, Leonardo, pelas orações; e ao meu tio, Roseny pelo apoio. E principalmente ao nosso Deus, pois, sem ele, nada disso seria possível!

AGRADECIMENTOS

A minha esposa, Ingrid Faria Soares Clemente da Silva, que é o meu ponto de equilíbrio e porto seguro para todas as horas, minha razão e inspiração, ou seja, minha vida. Pois sempre me apoia nos momentos difíceis e sempre está comigo nos momentos de alegria, me compreendendo e apoiando nesta árdua caminhada de estudos.

Aos meus filhos, Caio Soares Clemente da Silva, Mel Soares Clemente da Silva, Filipe Soares Clemente da Silva e Benjamim Soares Clemente da Silva, por estarem sempre pacientes e aguardando o papai terminar de estudar para podermos brincar e nos divertir.

A minha mãe, Rosângela de Almeida Silva, que sempre me incentivou a estudar cada vez mais.

Ao meu irmão, Leonardo de Almeida Clemente da Silva, e meu tio, Roseny Souza de Almeida, pelas orações e pelo apoio, mesmo que de longe.

Ao professor, orientador e amigo José Augusto Ferreira da Silva, pelo aprendizado que me foi passado e pelas disponibilidades dos encontros de orientação, que algumas vezes aconteciam em sua própria casa, e nos fins de semana, devido à falta de horários compatíveis.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do IFFluminense.

Ao Instituto Federal Fluminense pelo auxílio disponibilizado na realização dessa pesquisa.

Aos meus colegas de turma pela amizade e trabalho em equipe.

Aquele que é a razão de toda a nossa existência, o nosso Deus, onipotente, onisciente e onipresente.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Figura 1 – Exemplo de <i>Floating Hose</i>	8
Figura 2 – Operação <i>Offloading</i>	9
Figura 3 – FPSO Cidade de Mangaratiba MV24.....	10
Figura 4 – Bombeamento de Petróleo com <i>Floating Hose</i>	10
Figura 5 – Estrutura de um <i>Floating Hose</i> – Carcaça Simples.....	11
Figura 6 – Forma Construtiva de um Aterro Classe 2.....	13
Figura 7 – Manta de PEAD – 2,0 mm.....	14
Figura 8 – <i>Floating Hoses</i> Dispostos em Aterro Industrial.....	15
Figura 9 – <i>Floating Hoses</i> Armazenados em Aterro Industrial.....	20
Figura 10 – <i>Floating Hoses</i> Separados em Anel e Flange.....	20
Figura 11 – Separação dos Flanges e Materiais Metálicos.....	21
Figura 12 – Anéis na Primeira Linha de Trituração.....	21
Figura 13 – Saída do Material com Granulometria Alta.....	21
Figura 14 – Material com Granulometria 0,5 mm.....	22

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Figura 1 – Embalagens de Cosméticos “Não Conformes”.....	37
Figura 2 – Faturamento Líquido da Indústria Química Brasileira.....	38
Figura 3 – Faturamento Mundial Estimado da Indústria Química.....	38
Figura 4 – “Descaracterização” de Produtos Não Conformes.....	42
Figura 5 – Produtos Intactos Não Descaracterizados Pós Processo.....	42
Figura 6 – Produtos Não Conformes Segregados para Testes.....	45
Figura 7 – Produtos Segregados Pós Testes.....	45
Figura 8 – Produtos Segregados Pós Testes.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Gráfico 1 – Composição do <i>Floating Hose</i> Pós Manufatura Reversa.....	22
Gráfico 2 – Composição dos Custos Operacionais da Manufatura Reversa dos <i>Floating Hoses</i>	24
Gráfico 3 – Composição das Receitas Operacionais da Manufatura Reversa dos <i>Floating Hoses</i>	25
Gráfico 4 – Composição do Custo Mensal Operacional de um Aterro Industrial.....	26

LISTA DE QUADROS

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Quadro 1 – Análise Financeira da Aplicação da Técnica de Manufatura Reversa dos <i>Floating Hoses</i>	25
Quadro 2 – Análise Financeira da Destinação Convencional dos <i>Floating Hoses</i>	27
Quadro 3 – Comparativo Quali-Quantitativo das Técnicas de Destinação.....	27

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Quadro 1 – Valores de PCS e Teor de Cloro para os Produtos Segregados.....	46
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFFluminense – Instituto Federal Fluminense.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR – Norma Brasileira.

FSO – Unidade Flutuante de Estocagem e Transferência.

FPSO – Unidade Flutuante de Produção, Estocagem e Transferência.

ASTM – American Society for Testing and Materials.

PEAD – Polietileno de Alta Densidade.

E&P – Exploração e Petróleo.

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente.

PCP – Projeto de Controle de Poluição.

T – Tonelada

Granulometria – É a determinação das dimensões das partículas do agregado.

ONU – Organização das Nações Unidas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

PCS – Poder Calorífico Superior

RESUMO

Um problema mundial que se encontra em constante crescimento, diz respeito à geração de resíduos sólidos. O ímpeto dos países ao crescente desenvolvimento, onde na maioria das vezes, torna-se desordenado, e totalmente sem planejamento, aliado a não conscientização para uma destinação e tratamento dos resíduos ambientalmente corretos, faz com que a geração de resíduos sólidos, torne-se um problema difícil de ser resolvido. Diante do exposto, o tratamento e a disposição final dos resíduos, têm sido amplamente estudados, de maneira a fazer com que, através de um gerenciamento eficaz e com formas específicas de reaproveitamento e deposição não poluentes, estes possam ser destinados de maneira sustentável, de forma a não trazerem malefícios tanto para a população, quanto para o meio ambiente. Os resíduos sólidos por serem considerados a forma mais concreta e visível de poluição ambiental, causam um grande impacto em uma estrutura de saneamento urbana, e conseqüentemente, em sua saúde pública. Com isso a gestão e o tratamento ambientalmente correto destes resíduos assumem um papel de suma importância na cadeia produtiva e no ciclo de vida da matéria e/ou produto. Dentre as diferentes formas de disposição final destes resíduos, estão os Aterros a céu aberto, os Aterros Sanitários, os Aterros Controlados, Compostagem, Incineração e a Reciclagem. Pelo fato da grande parte destes resíduos sólidos serem de característica industrial, uma maneira de disposição final ambientalmente correta destes resíduos denominados “Não Perigosos” são os Aterros de Resíduos Industriais Sanitários de Classe 2. Porém, apesar desta ser uma destinação adequada, o que vemos nestes Aterros, não são somente resíduos, mas sim, o que pode ser denominado como materiais com uma grande quantidade de energia acumulada, e conseqüentemente com um poder calorífico aparentemente alto. Logo, diante do exposto, pode se dizer que temos um desperdício em se tratando de “Energia”. Ou seja, a proposta foi o aproveitamento energético do poder calorífico armazenado nestes resíduos dispostos nos Aterros, mais precisamente, os de Classe 2, transformando esta energia acumulada, não usada, em energia útil. Com isso, desta forma, estaríamos valorizando os resíduos dispostos nestes Aterros. Esta forma de aproveitamento da energia acumulada nos resíduos, é uma técnica de tratamento chamada, Valorização Energética, que faz com que a energia armazenada nos resíduos, em sua maioria sólidos e industriais, sirva como fonte para geração de energia em outro processo industrial.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos, Valorização Energética, Sustentabilidade.

ABSTRACT

A world wide problem that is constantly growing, concerns the generation of solid waste. The impetus of the countries to the growing development where most of the time, it becomes cluttered, and much unplanned, combined with no awareness of a destination and treatment of environmentally friendly waste causes the generation of solid waste, become a difficult problem to be solved. Given the above, the treatment and disposal of waste, have been widely studied, in order to do that, through effective management and specific ways to reuse and disposal clean, they can be designed in a sustainable manner, so as not to bring harm both to the population and to the environment. Solid waste to be considered the most concrete and visible environmental pollution form, cause a great impact on an urban sanitation structure, and consequently, in public health. Thus, the management and environmentally sound treatment of these residues play an extremely important role in the production chain and life cycle of matter and / or product. Among the different ways of disposal of this waste are the landfills in the open, the Landfills, the Controlled Landfill, Composting, Incineration and Recycling. Because the majority of these solid waste is industrial feature, a way of disposal of these environmentally friendly waste called "Non-Hazardous" are Landfills Industrial Waste class toilets 2. However, despite this being an appropriate destination, what we see these landfills are not only waste, but also, what can be termed as materials with a large amount of stored energy, and consequently with a seemingly high calorific value. So on the foregoing, it can be said that we have a waste when it comes to "Energy". In other words, the proposal was the use of energy stored in these calorific wastes disposed in landfills, more precisely, the class 2, making this stored energy, not used, into useful energy. Thus, in this way, we would be willing valuing the waste in these landfills. This form of utilization of the energy accumulated in the waste is a treatment technique called Energy Enhancement, which causes the energy stored in the residues, mostly solid and industrial, to serve as a source for energy generation in another industrial process.

Keywords: Solid Waste, Energy Valorization, Sustainability.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE GRÁFICOS.....	ii
LISTA DE QUADROS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
APRESENTAÇÃO.....	3
ARTIGO CIENTÍFICO 1 – RESÍDUOS INDUSTRIAIS E TÉCNICAS DE DESTINAÇÃO E VALORIZAÇÃO DOS <i>FLOATING HOSES</i>: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ, RJ.....	5
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1. Operação <i>Offloading</i>	9
2.2. <i>Floating Hose</i>	9
2.3. Aterros Industriais Classe 2	12
2.4. O Risco da Destinação de <i>Floating Hose</i> em Aterros Industriais	14
2.5. Manufatura Reversa como Forma de Valorização de Resíduos	15
2.6. Nota Técnica para Exploração e Produção (E&P) de Petróleo de Gás Natural no Brasil	16
3. MATERIAL E MÉTODO	18
3.1. Material.....	18
3.2. Métodos	19
3.3. Objeto de Estudo.....	19
3.4. Manufatura Reversa dos <i>Floating Hoses</i>	20
3.5. Composição dos Materiais Pós Manufatura Reversa.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1. Destinação Convencional e Manufatura Reversa dos <i>Floating Hoses</i> - Relação Custo-Benefício	26
5. CONCLUSÃO	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

ARTIGO CIENTÍFICO 2 – RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS: PROPOSTA DE VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. REVISÃO DA LITERATURA	37
2.1. A Indústria de Cosméticos no Brasil	37
2.2. Geração de Resíduos na Indústria de Cosméticos	39
2.3. Os Riscos de Destinação não Sustentável para os Resíduos de Cosméticos	40
2.4. Valorização Energética dos Resíduos das Indústrias de Cosméticos	43
3. MATERIAL E MÉTODO	44
3.1. Material.....	44
3.2. Métodos	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5. CONCLUSÃO	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

APRESENTAÇÃO

Com a presente pesquisa, buscou-se avaliar as características dos resíduos sólidos industriais de um Aterro de resíduos não perigosos, fazendo sua caracterização, de modo a verificar a possibilidade de seu aproveitamento energético, e de seu poder calorífico, para a geração de energia, e utilização em outros processos industriais.

O foco da pesquisa é fazer proposições para redução do volume dos resíduos destinados para Aterro, bem como, valorizar os resíduos dispostos, propondo destinações ambientalmente corretas, e economicamente viáveis. Para o estudo, utilizou-se um Aterro de Resíduos Industriais Não Perigosos, de uma empresa de porte médio que possui uma participação ascendente no mercado de Tratamento e Destinação de Resíduos, no município de Macaé e, uma empresa de Tratamento e Destinação de Resíduos Industriais, localizada no município de Magé, com uma parcela considerável deste mercado no estado do Rio de Janeiro.

A crescente produção de resíduos sólidos, que, de acordo com Pavan (2010), a média de geração de resíduos sólidos no Brasil é de 0,88 Kg/hab./dia (ABRELPE, 2006), e onde se estima que sejam produzidas em média 162.000 ton/dia de resíduos sólidos, a busca por destinações cada vez mais ambientalmente corretas e sustentáveis, a Valorização Energética e a Geração de Energia a partir destes resíduos, torna-se uma alternativa muito atrativa, do ponto de vista ambiental e econômico. Além de garantir a correta destinação destes resíduos e a total rastreabilidade dos mesmos, que muitas das vezes, podem ser produtos fora dos padrões de qualidade requeridos para consumo e utilização.

Buscou-se através desta, a apresentação de dois tipos diferentes de resíduos, dois mercados completamente opostos. No primeiro cenário, temos os *Floating Hoses*, que representam um passivo para região de Macaé/RJ de cerca de 2.400 T/ano de resíduos. Resíduos este que são lançados em aterro, sem qualquer preocupação quanto a um possível dano ambiental.

No segundo cenário, foram apresentados os resíduos de uma indústria de cosméticos, mais especificamente os produtos “não conformes”, que representam em média 5,5 % da produção total de uma indústria de cosméticos (SANTOS, 2015). Este valor representa uma quantidade de resíduos, na ordem de 600 T/ano para a região de Magé/RJ, onde estes são enviados a aterros, com uma descaracterização totalmente ineficiente, podendo ser reutilizado

de forma indevida, colocando em risco a integridade de quem usa e do ambiente, bem como, expondo a marca do fabricante.

Esta Dissertação é composta de dois artigos de comunicação científica, conforme normalização do Programa de Pós-Graduação em Engenharia ambiental do IFFluminense. Onde no primeiro, abordou-se um estudo quali-quantitativo sobre “Resíduos Industriais e Técnicas de Destinação e Valorização dos *Floating Hoses*: Estudo de Caso do Município de Macaé, RJ”, e no segundo, apresentou-se um estudo de caracterização e valorização de “Resíduos da Indústria de Cosméticos: Proposta de Valorização Energética.”

ARTIGO CIENTÍFICO 1 – RESÍDUOS INDUSTRIAIS E TÉCNICAS DE DESTINAÇÃO E VALORIZAÇÃO DOS *FLOATING HOSES*: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ, RJ

Marlon de Almeida Clemente da Silva - IFFluminense/PPEA

José Augusto Ferreira da Silva - IFFluminense/PPEA

Resumo

Uma grande parte do petróleo extraído hoje no Brasil, é escoado para a costa, ou até mesmo transportado para embarcações maiores, através de mangotes flutuantes, chamados de *Floating Hose*. Esta operação de descarregamento do petróleo, é denominada de *Offloading*, sendo de fundamental importância para o desempenho das unidades operacionais *Offshore*. Essas unidades operacionais se utilizam de sistemas de armazenamento e alívio de petróleo, que podem ser FSO (Unidade Flutuante de Estocagem e Transferência) ou FPSO (Unidade Flutuante de Produção, Estocagem e Transferência). Neste cenário de transbordo do petróleo, os mangotes flutuantes tem papel primordial, pois, são responsáveis por esta operação. Os *Floating Hoses* após vida útil são descartados. Como fazer o descarte ambientalmente correto deste resíduo? O destino mais utilizado para este resíduo, são os aterros industriais classe 2, para resíduos não perigosos. Buscou-se com a pesquisa desenvolver técnicas de destinação adequadas para os *Floating Hoses*, de forma a obter uma maior valorização possível dos materiais que o compõe, bem como apresentar os riscos de estes serem acondicionados em um aterro, mesmo que seja um aterro controlado. Esta técnica está baseada em uma chamada Manufatura Reversa, onde todos os seus componentes são reaproveitados e valorizados, tendo uma destinação ambientalmente mais correta e economicamente viável. A metodologia de pesquisa utilizada foi baseada em estudos empíricos de fundamentação fenomenológica, envolvendo equipe operacional de uma empresa de porte médio que possui uma participação ascendente no mercado de Tratamento e Destinação de Resíduos, no município de Macaé. Evidenciou-se com a pesquisa que há possibilidade de ganhos potenciais com a aplicação das técnicas de manufatura reversa dos mangotes, tanto em termos de reduções de passivos ambientais, como com o retorno financeiro, por meio da valorização dos materiais que os compõem.

Palavras Chave: *Floating Hoses*, Valorização de Resíduos Sólidos, Manufatura Reversa.

Abstract

A large part of the oil extracted in Brazil today, is drained to the coast, or even transported to larger vessels through floating hoses, called Floating Hose. This oil unloading operation is called Offloading, it is of fundamental importance for the performance of offshore operations. These operating units are used storage systems and oil relief, which can be FSO (Floating Storage Unit and Transfer) or FPSO (Floating Production Unit, Stockpiling and Transfer). In this oil transshipment scenario, floating hoses have primary role therefore are responsible for this operation. The Floating Hoses after life are discarded. How do the environmentally correct disposal of this waste? The destination most used for this waste are the landfills Class 2, for non-hazardous waste. We attempted to research develop appropriate allocation techniques for Floating Hose, in order to obtain a greater appreciation potential of the materials that compose it, as well as presenting the risk of these being put up in a landfill, even if it is a controlled landfill. This technique is based on a call Reverse Manufacturing, where all components are reused and recovered, and a destination more environmentally sound and economically viable. The research methodology was based on empirical studies of phenomenological framework, involving operational staff of a medium-sized company with a rising share of Treatment and Waste Disposal Market, in the city of Macaé. It was evident to the survey that there is a possibility of potential gains from the application of reverse manufacturing techniques of hoses, both in terms of environmental liabilities reductions, as the financial return through the recovery of materials that compose them.

Keywords: Floating Hoses, Solid Waste Recovery, Reverse Manufacturing.

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos é um problema de ordem mundial que se encontra em uma curva ascendente de crescimento. Em um cenário onde a competitividade do mercado aliado a falta de conscientização no momento do descarte de resíduos, torna-se um ambiente propício para que técnicas de destinação ambientalmente corretas deixem cada vez mais de serem utilizadas, faz com que, a cada dia, a geração desordenada de resíduos sólidos, sem tratamentos corretos sejam um problema difícil de ser solucionado. Diante da problemática apresentada, estudos sobre implementações de técnicas de destinações com menor impacto ao meio ambiente e conseqüentemente ao ser humano, bem como, com um melhor custo benefício, vem sendo amplamente discutido.

Segundo a NBR 10.004 da ABNT (2004), resíduos sólidos são definidos como:

“resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (p. 1)”

Os mangotes flutuantes (**Figura 1**), também chamados de *Floating Hose*, utilizados em grande escala por empresas petrolíferas para transporte e transbordo de petróleo em áreas *Offshore*, são considerados, após seu desgaste e vida útil, um resíduo sólido. Por este fato, e por sua forma construtiva, representam um passivo ambiental para as empresas que exploram petróleo. As características construtivas, como os materiais de fabricação e sua morfologia, garantem sua resistência às condições adversas em que trabalham, porém ao final da sua vida útil essas características os transformam em um produto de difícil disposição sustentável.

Figura 1: Exemplo de *Floating Hose* (ISS TECHNOLOGIE, 2016).



No Brasil, grande parte dos mangotes são dispostos em aterros industriais, em sua grande maioria classe 2, não perigoso, o que não é o mais recomendável para esse tipo de resíduo, uma vez que, sua taxa de degradação é muito lenta, e por se tratar de borracha natural na sua maior composição. Além disso, seu espaço interno, por se tratar de um tubo, ocupa um espaço improdutivo e pode colocar em risco a estruturação do aterro, quando por motivos operacionais ou até mesmo externos ao processo, acontecer um deslocamento de talude, que é um plano de terreno inclinado que tem como função garantir a estabilidade do aterro.

Diante deste fato, nasce a necessidade de uma destinação ambientalmente mais correta, e que de certa forma traga um benefício não só para o meio ambiente e sociedade, com a redução de um passivo, mas também, traga um retorno para o destinador, através da valorização deste resíduo. Além disso, não se pode deixar de comentar, sobre as responsabilidades agregadas à destinação de resíduos, de qualquer natureza. Onde, de acordo com a Lei N° 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), esta responsabilidade foi compartilhada:

“Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta seção. (p. 14)”

A partir desta política, todos os personagens do ciclo de vida da matéria e/ou produto, são corresponsáveis por sua utilização, transporte e destinação final. Esta afirmativa justifica ainda mais uma correta destinação dos resíduos, com maior conscientização e responsabilidade.

A destinação para estes mangotes flutuantes aqui abordados, tem como finalidade principal, além de uma forma ambientalmente mais correta de descarte, uma valorização dos resíduos, fundamentada em uma chamada, Manufatura Reversa. De acordo com a NBR 16.156 da ABNT (2013), que estabelece as normas e diretrizes para proteção ao meio ambiente e para controle de riscos de segurança e saúde no trabalho de atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos, manufatura reversa é definido como sendo: “etapas da atividade de reciclagem que compreendem os processos de transformação dos resíduos em partes e peças, insumos ou matérias-primas, sem a obtenção de novos produtos. (p. 3)”

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Operação *Offloading*

As operações de descarregamento ou alívio, chamadas de *Offloading* (**Figura 2**), são amplamente utilizadas pelas empresas petrolíferas, em todo mundo e principalmente no Brasil, sendo de importância primordial para o escoamento da produção de petróleo aos terminais petrolíferos localizados na costa. Sendo uma das operações mais utilizadas no ramo *Offshore*, consiste na transferência do petróleo de uma embarcação para outra.

Figura 2: Operação *Offloading* (COSTA, 2007).



Com um percentual de 20% de todo o uso mundial, o Brasil possui 31 unidades de descarregamento ou alívio flutuante, seguido do Japão, que possuiu 17 unidades. Estas unidades podem ter algumas características do acordo com sua funcionalidade.

As unidades FSO, que são unidades flutuantes de estocagem e transferência do petróleo, possuem um custo de operação menor do que as FPSO (**Figura 3**), que são unidades flutuantes de produção, estocagem e transferência de petróleo, por não terem a unidade produtiva e de tratamento dos fluídos provenientes da exploração.

Figura 3: FPSO Cidade de Mangaratiba MV24 (MODEC, 2016).



Dentre as etapas da operação *Offloading*, estão o alinhamento das embarcações, manobra de amarração, conexão do mangote de transferência (*Floating Hose*) e o bombeamento do petróleo (**Figura 4**). Quando do término de uma operação *Offloading* de alívio, a operação se dá de forma inversa ao início. A operação *Offloading*, apesar de ser amplamente utilizada pelas empresas petrolíferas, no ramo *Offshore*, também é uma operação muito arriscada do ponto de vista ambiental, uma vez que toda transferência se dá através de mangotes flutuantes, que são os chamados *Floating Hose*.

Figura 4: Bombeamento de Petróleo com *Floating Hose* (CONTINENTAL, 2016).

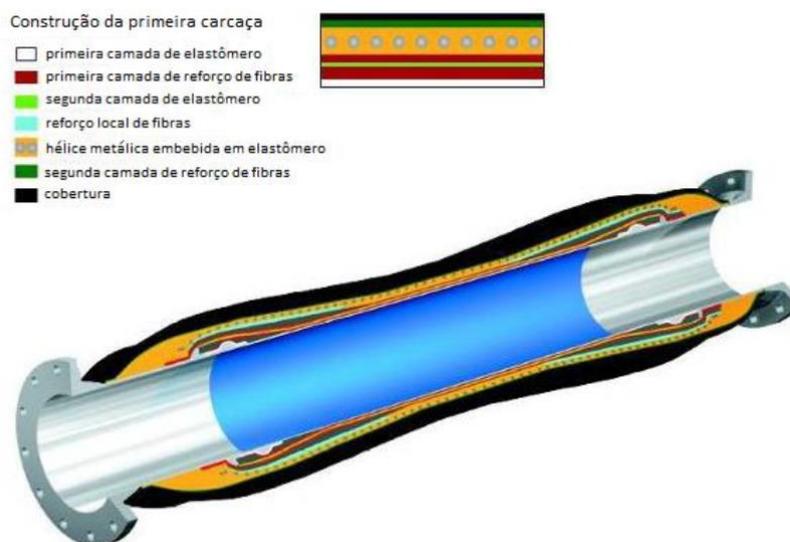


2.2. Floating Hose

Os *Floating Hose* ou mangueiras de *Offloading*, são considerados como sendo dutos flexíveis de camadas aderentes (**Figura 5**). Para que seja fornecido reforço estrutural e a característica de resistência mecânica, as camadas utilizadas são formadas por tecidos poliméricos, por cordoalhas poliméricas ou por cordoalhas de aço, cuja função é, basicamente, o aumento da resistência mecânica e estrutural do mangote.

Pode-se ainda, além dessas camadas, utilizar elementos que incrementem a rigidez radial do duto que, comumente, são formados por hélices ou anéis de aço. De acordo com a composição estrutural, os mangotes podem ser classificados em mangotes de carcaça simples ou de dupla. Por carcaça, entende-se o conjunto de camadas, estruturais e de vedação, que devem possuir propriedades específicas e suportar limites estabelecidos em testes padrões definidos por norma. Todos os mangotes devem conter sistema de detecção de vazamentos. Nesse caso uma diferença marcante entre os mangotes de carcaça dupla e o simples, é que o primeiro, além de possuir sistema de detecção de vazamentos, possui também um conjunto adicional de camadas, que conterá o petróleo, quando da ocasião de um vazamento na camada interna (OCIMF, 1991; COSTA, 2007).

Figura 5: Estrutura de um Floating Hose – Carcaça Simples (COSTA, 2007).



Como são mangotes flutuantes, possuem uma camada adicional de poliuretano de baixa densidade, que possibilita a flutuabilidade a estrutura. Por fim, as camadas são revestidas por

uma última camada de cobertura, que deve ser resistente às intempéries do ambiente e caracterizada por uma coloração quente (OCIMF, 1991).

Fabricados com comprimentos padrão, de 9,1 ou 10,7 metros, os mangotes tem a necessidade de serem conectados uns aos outros, devido a sua função de transportar o petróleo de uma embarcação para outra. Devido a este fato, um sistema resistente e confiável de conexão se faz necessário, de modo a formar uma linha contínua de mangotes, sem que haja risco de vazamentos ou desconexões. O flange, é o componente do mangote que tem a finalidade de fazer esta conexão, onde normalmente são forjados de aço carbono (ASTM 105). As formas de engate dos flanges de mangotes são diversas, tais como: macho-fêmea, rosca, porca e parafuso, etc. Devido ao seu diâmetro e às operações de *Offloading* serem, normalmente realizadas em condições de mar calmo, é tipicamente utilizado o sistema de porcas e parafuso os quais, se bem executados, fornecem vedação satisfatória e confiável para o sistema.

2.3. Aterros Industriais Classe 2

Os aterros são uma forma de disposição dos resíduos no solo, onde através de critérios e normas de Engenharia, os resíduos são acondicionados de forma ambientalmente correta e segura. De acordo com a NBR 10.004 da ABNT (2004), um aterro consiste em técnicas de disposição de resíduos no solo, sem causar danos ou riscos ao ambiente e a saúde pública. Podem ser classificados em Classe 1 (Perigosos) ou Classe 2 (Não Perigosos). Os Critérios para Projeto, Implantação e Operação de Aterro de Resíduos Não Perigosos, Classe 2, integram a NBR 13.896 (1997), que define seu objetivo como sendo:

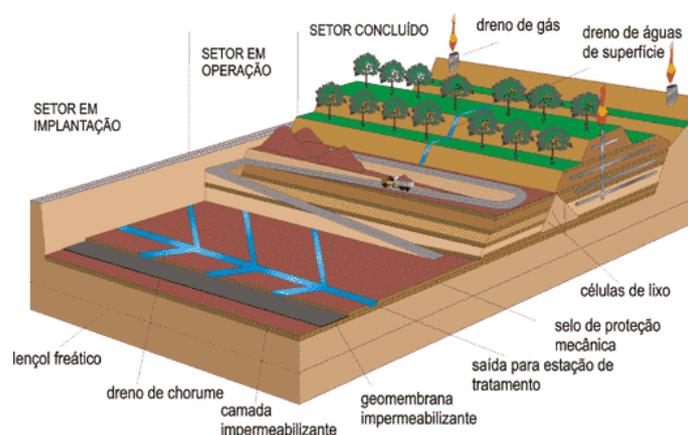
“fixar as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas. (p. 1)”

A NBR 13.896 (1997), define critérios relativos ao local para instalação de um aterro desta natureza. O impacto ambiental a ser causado pela instalação de um aterro deve ser o mínimo possível, e por outro lado, sua aceitação por parte da sociedade ao entorno afetada, deve ser a máxima possível. Muitas das vezes a liberação para instalação de um aterro, é precedida de uma audiência pública.

Além dos critérios de localização acima mencionados, segundo a NBR 13.896 (1987), vários critérios técnicos ainda devem ser analisados, antes da liberação e operação para recebimento de resíduos no aterro (**Figura 6**). Dentre eles, a topografia do terreno a ser implantado o aterro, a geologia e o tipo de solo existente na região do aterro, a influência do aterro nas águas superficiais e subterrâneas, a tipologia da vegetação existente, os acessos, seu tamanho, sua vida útil e a distância mínima de núcleos populacionais, são fatores de grande importância na tomada de decisão de sua implantação.

Todos os resíduos antes de sua entrada no aterro, devem ser previamente analisados e caracterizados, determinando assim, suas características físicas e químicas, esta operação é de suma importância, pois, a partir daí define-se sua correta disposição e manuseio. Análises periódicas das águas subterrâneas e superficiais de aterro, monitorando a qualidade de suas águas, deve ser uma ação normal em um aterro, uma vez que as águas devem garantir seu uso para abastecimento público, atendendo os padrões de potabilidade, estabelecido pelas normas vigentes.

Figura 6: Forma Construtiva de um Aterro Classe 2 (ATERROS SANITÁRIOS, 2016).



Segundo a NBR 13.896 (1997), o aterro deverá manter impermeabilizada, toda a área onde os resíduos são depositados, e esta impermeabilização deverá ser de maneira tal, que cubra toda a área, de modo que o resíduo ou o líquido percolado não entre em contato com o solo natural.

O aterro deverá dispor de um sistema de drenagem do percolado (chorume – líquido proveniente da decomposição da matéria orgânica), construído imediatamente acima da

impermeabilização, de modo a possibilitar sua coleta regular para o devido tratamento. Esta lâmina não poderá ultrapassar 30 cm sobre a impermeabilização. Deverá prover também, tubulação de gases, de forma a possibilitar o escape dos gases gerados, proveniente da decomposição da matéria orgânica existente nos resíduos. A responsabilidade de um proprietário de aterro, vai muito além de sua operação de acordo com critérios e normas de engenharia. Após seu fechamento, por um período de 20 anos, o aterro deve garantir o monitoramento de suas águas subterrâneas e a geração de percolado.

2.4. O Risco da Destinação de *Floating Hose* em Aterros Industriais

A NBR 13.896 (1997) define impermeabilização como sendo:

“Deposição de camadas de materiais artificiais ou naturais, que impeça ou reduza substancialmente a infiltração no solo dos líquidos percolados, através da massa de resíduos. (p. 1)”

A impermeabilização deve ainda, ter suficiente espessura e resistência, de modo a evitar rupturas devido a pressões hidrostáticas e hidrogeológicas, contato físico com o líquido percolado ou resíduo, condições climáticas e tensões da instalação da impermeabilização ou aquelas originárias da operação diária. Para a impermeabilização é utilizado manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD – **Figura 7**), com espessura de 2,0 mm.

Figura 7: Manta de PEAD – 2,0 mm (AUTOR, 2016).



A manta de PEAD é disposta acima das tubulações de dreno de percolado, ficando à espera da deposição dos resíduos. Esta deposição é intercalada com camadas de argila impermeável, e sua compactação é realizada normalmente por tratores de esteira. Um aterro industrial é dinâmico, ou seja, sua estabilidade depende fundamentalmente das características físicas dos resíduos (peso específico e umidade “in situ”) e dos parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito), que estão relacionados diretamente com a forma de disposição e com o grau de compactação dos resíduos no aterro na fase de operação. Levantamentos topográficos são realizados, de forma a controlar e minimizar os impactos gerados por esta instabilidade.

Por este fato, e pela própria característica do resíduo, a destinação do *Floating Hose* em aterro industrial, torna-se um risco para sua integridade, pois, com as movimentações dinâmicas e normais da operação, o *Floating Hose*, além de ocupar um grande volume, poderá entrar em atrito com a manta de PEAD, e a perfurar, fazendo com que, o risco de uma contaminação do solo por percolado, seja iminente (**Figura 8**).

Figura 8: *Floating Hoses* Dispostos em Aterro Industrial (AUTOR, 2016).



2.5. Manufatura Reversa como Forma de Valorização de Resíduos

A Manufatura Reversa é uma atividade relacionada a Logística Reversa. Segundo Leite (2003), a logística reversa é uma nova área da logística empresarial, concentrada principalmente no estudo dos fluxos reversos que fluem no sentido inverso ao da cadeia produtiva direta, a

partir dos produtos descartados como pós-consumo ou dos produtos pós-venda, visando agregar-lhes valor de diversas naturezas, por meio da reintegração deles, de seus componentes ou materiais constituintes ao ciclo produtivo e de negócios.

Por ser uma técnica para a reutilização ou destinação de resíduos oriundos de processos produtivos ou que tiveram o término vida útil atingido, a manufatura reversa, vem sendo amplamente aplicada, como forma de valorização de resíduos. A valorização dos resíduos consiste em agregar valor aos materiais, fazendo com que estes, ao invés de gerarem custo para suas devidas destinações, possam ser uma fonte econômica da cadeia produtiva.

De acordo com a PNRS (2010), define por destinação final ambientalmente adequada:

“a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e do Sistema Único de Atenção à Saúde Agropecuária. (p. 2)”

A manufatura reversa, pode ser enquadrada como sendo uma forma de recuperação do aproveitamento energético ora contido no resíduo, porém, por suas características, pode ser confundida com a reciclagem. Segundo a PNRS (2010), em seu parágrafo 19, inciso XII, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, deverá prover mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos. (p.12)

2.6. Nota Técnica Ambiental para Exploração e Produção (E&P) de Petróleo e Gás Natural no Brasil

Pelo fato do crescimento das atividades de Exploração e Produção (E&P) de petróleo e gás natural no Brasil, nos últimos anos a preocupação com os impactos ambientais gerados por estas atividades aumentou. Esta preocupação está tendendo a um aumento, devido as concessões de novos blocos exploratórios e consequente a entrada de novas empresas no país Brasil. Esta problemática levou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a definir um conjunto de regras mais rígidas para o controle dessas atividades, buscando a padronização dos Programas Ambientais.

Em março de 2011, o IBAMA, publicou a Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA N° 01/11, definindo as premissas para a padronização do Projeto de Controle da Poluição (PCP), que consiste em uma diretriz para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás.

O IBAMA define a Nota Técnica como sendo:

“um conjunto de procedimentos, tanto a bordo, nas unidades marítimas e embarcações inseridas nesses processos de licenciamento, quanto fora dessas unidades e embarcações, de modo a buscar a minimização da poluição advinda: da geração de resíduos a bordo, de sua disposição em terra, do descarte de rejeitos no mar e das emissões atmosféricas. (p. 3)”

De acordo com a Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA N° 01/11 (2011), o empreendedor terá que reportar a quantidade de resíduos gerada, armazenada e destinada, bem como, as formas de tratamento e disposição utilizadas para cada tipo de resíduo, e ainda defini metas quantitativas para a redução da geração de resíduos na atividade de produção & escoamento e metas percentuais para disposição de resíduos nas atividades de perfuração e produção & escoamento.

Por meio da CGPEG/DILIC/IBAMA N° 01/11 (2011), os objetivos previstos para minimização da geração de resíduos são:

- “Gerar o mínimo possível de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas.
- Reciclar o máximo possível dos resíduos desembarcados.
- Proceder à disposição final adequada, isto é, de acordo com as normas legais vigentes, de todos os resíduos desembarcados e não reciclados.
- Buscar procedimentos que minimizem a poluição gerada pelas emissões atmosféricas e pelos resíduos sólidos e efluentes líquidos passíveis de descarte no mar;
- Aprimorar continuamente os procedimentos citados nos itens anteriores. (p.6)”

A Nota Técnica define ainda um modelo de relatório para o Projeto de Controle da Poluição (PCP), que deverá ser elaborado pelas empresas, onde deverá ser reportado o quantitativo de resíduos gerados, e deverá ser entregue ao IBAMA, em períodos pré-determinados.

Estes relatórios devem obedecer à localização geográfica definida pelo órgão ambiental. Devem-se identificar os empreendimentos de E&P de acordo com suas localizações, e os relatórios devem ser elaborados obedecendo a sua atividade e sua localização.

Esta Nota Técnica alterou as exigências relacionadas ao licenciamento das atividades de exploração, produção e escoamento de petróleo no Brasil, atrelando as formas de tratamento e disposição dos resíduos. Com isso, estabeleceu que a disposição permanente em aterros como uma das últimas práticas a serem utilizadas. Vale ressaltar que os aterros foram a opção mais comum durante muito tempo no Brasil, visto sua extensão territorial, o menor custo, o baixo emprego de tecnologia.

Diante da Nota Técnica, que determina a redução do envio dos resíduos para aterros, e levando em consideração que o *Floating Hose*, objeto da pesquisa, se caracteriza como sendo um resíduo de borracha não contaminada, oriundo das atividades de Exploração e Produção (E&P) de petróleo e gás natural, a aplicação das técnicas de manufatura reversa nestes mangotes, surge como alternativa legalmente e ambientalmente correta, no sentido da redução de passivos ambientais e economicamente viável pelo fato da valorização dos resíduos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

No estudo de caso em questão, foram utilizados os materiais e equipamentos abaixo:

- Mangotes *Floating Hoses*;
- Trituradores Industriais;
- Detector de Metais;
- Tesoura Hidráulica;
- Escavadeira Hidráulica;
- Empilhadeira;

- Maçarico Oxi-corte;
- Caçambas Industriais;
- Tambores Metálicos;
- Cestas Metálicas;
- Sacos Plásticos.

3.2. Métodos

A pesquisa foi baseada nos métodos empírico (estudo experimental) e fenomenológico (vivência e envolvimento dos pesquisadores com o objeto de estudo). (Galileu; Francis Bacon)

Os dados empíricos foram coletados através de um evento controlado, que no caso da pesquisa, foram as informações relativas ao experimento de manufatura reversa do *Floating Hose*.

Pelo fato do envolvimento direto do pesquisador com o objeto de estudo, o método de coleta e análise de dados foi quantitativo. Os resultados dos testes em campo foram utilizados para verificação da viabilidade da técnica de manufatura reversa para o *Floating Hose*, bem como para fazer um comparativo quali-quantitativo com a destinação convencional do *Floating Hose*.

3.3. Objeto de Estudo

O estudo de caso se deu com um lote de 264 (duzentos e sessenta e quatro) *Floating Hoses* que foram destinados como resíduo de borracha não contaminados, por uma empresa que exerce atividades de Exploração e Produção (E&P) de petróleo e gás natural no Brasil, para um Aterro de Resíduo Não Perigosos, de uma empresa de porte médio que possui uma participação ascendente no mercado de Tratamento e Destinação de Resíduos, no município de Macaé. Esta empresa por ser uma líder em multissoluções ambientais para a indústria, e por ser uma empresa especializada em multitecnologia para a gestão ambiental integrada de resíduos industriais, busca sempre o melhor aproveitamento e o uso eficiente dos recursos da cadeia produtiva. Em média são destinados cerca de 200 t/mês deste resíduo para este aterro industrial (**Figura 9**), o que significa cerca de 50 *Floating Hoses*/mês, considerando um peso médio de 4 t/mangote.

Figura 9: *Floating Hoses* Armazenados em Aterro Industrial (AUTOR, 2016).



Este aterro possui um quantitativo de aproximadamente 500 *Floating Hoses* armazenados em suas dependências, aguardando a sua devida destinação.

3.4. Manufatura Reversa dos *Floating Hoses*

Pelo fato do *Floating Hose* ter aproximadamente 10 metros de comprimento, cada mangote foi seccionado em 10 (dez) partes aproximadamente iguais, compostas por 8 (oito) anéis e 2 (dois) flanges (**Figura 10**). O seccionamento foi realizado por uma tesoura hidráulica acoplada em uma escavadeira hidráulica, com capacidade de corte de 4 mangotes/h.

Figura 10: *Floating Hoses* Separados em Anel e Flange (AUTOR, 2016).



Após os mangotes serem picados pela tesoura hidráulica, de modo a ficarem separados em anel e flange, foi feita a descaracterização e separação do flange e os metais que o compõem. Esta separação foi feita com a utilização de um maçarico oxi-corte (**Figura 11**).

Figura 11: Separação dos Flanges e Materiais Metálicos (AUTOR, 2016).



Com o apoio da empilhadeira, os anéis de borracha foram colocados na primeira linha de picagem (**Figura 12**), onde os materiais após triturados passaram por um detector de metais, com objetivo da separação da borracha, espuma e metal. A capacidade do triturador utilizado foi de 1,5 t/h, porém, os materiais saíram com uma granulometria alta para sua destinação final.

Figura 12: Anéis na Primeira Linha de Trituração (AUTOR, 2016).



A capacidade do triturador utilizado foi de 1,5 t/h, porém, os materiais saíram com uma granulometria alta para sua destinação final (**Figura 13**).

Figura 13: Saída do Material com Granulometria Alta (AUTOR, 2016).



Na segunda linha de picagem a espuma e a borracha foram picadas a uma granulometria de 0,5 mm, granulometria esta, capaz de suprir a necessidade de sua destinação final, que seja, a queima em fornos Clínquer, que são os fornos das Cimenteiras (**Figura 14**).

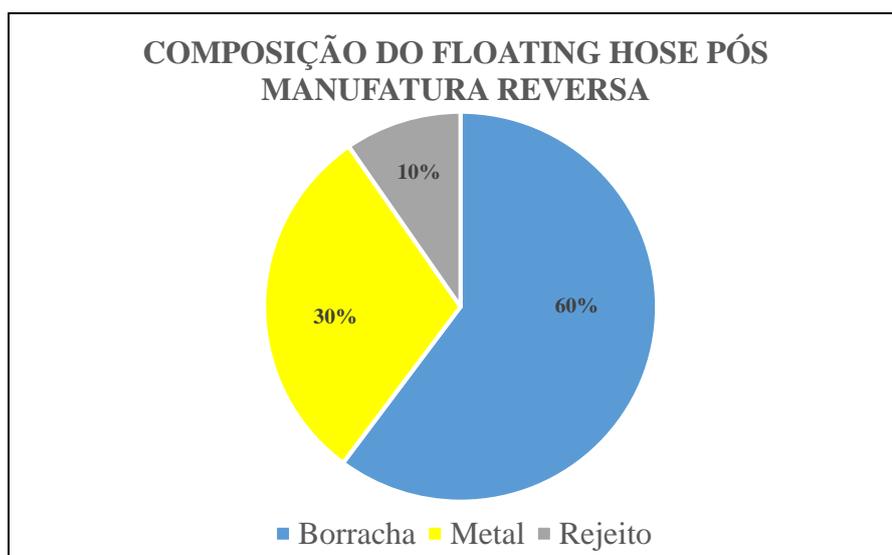
Figura 14: Material com Granulometria 0,5 mm (AUTOR, 2016).



3.5. Composição dos Materiais Pós Manufatura Reversa

Após a técnica de Manufatura Reversa ser aplicada em todos os *Floating Hoses*, os materiais foram separados e seus volumes computados separadamente. Para fins da pesquisa os materiais foram divididos em grupos, que sejam, borracha, metal e rejeito (**Gráfico 1**).

Gráfico 1: Composição do *Floating Hose* Pós Manufatura Reversa (AUTOR, 2016).



Tomando como base o peso médio de cada *Floating Hose*, que é de 4 t, e de acordo com os percentuais encontrados para cada tipo de material que o compõem, chega-se ao volume de cada material.

A borracha foi o material com maior percentual encontrado na composição do *Floating Hose*, totalizando aproximadamente, 2,40 t. Também com uma grande concentração na composição do *Floating Hose*, está o metal, com aproximadamente 1,21 t. Por fim, com aproximadamente 0,39 t, foi separado o rejeito, que corresponde ao material sem valor agregado, que não terá sua destinação computada nesta pesquisa.

Considerando que a técnica de Manufatura Reversa foi aplicada a todo o lote dos *Floating Hoses*, que seja, 264 (duzentos e sessenta e quatro) unidades, totalizando um volume total de 1.056 ton, os volumes encontrados de cada material para o lote foram: 635 t de borracha, 318 t de metal e 103 t de rejeito.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para análise dos resultados obtidos através da pesquisa, algumas premissas foram adotadas, quais sejam:

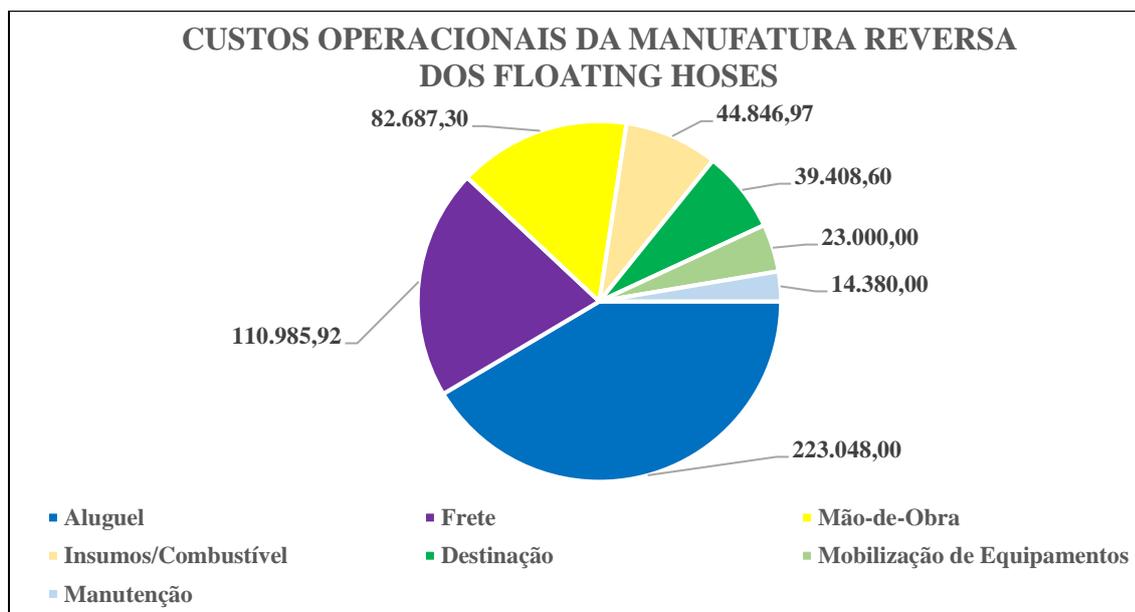
- 22 dias/mês foi a quantidade de dias trabalhados mensalmente;
- 8 h/dia foi a quantidade de horas trabalhadas em uma jornada diária de trabalho;
- Apenas um turno de trabalho;
- Capacidade das linhas de Picagem – 1,5 t/h;
- Eficiência da Tesoura Hidráulica – 4 *Floating Hoses*/hora;
- A mão-de-obra utilizada, foi a da própria empresa;
- O Triturador e a Tesoura Hidráulica foram locados;
- A destinação adotada para a borracha triturada, foram os fornos de Cimenteira, com um custo de R\$ 50,00/t;
- A destinação para o metal, foram as Fundições de Metal, com a receita de R\$ 170,00/t;
- Os rejeitos foram destinados para Aterro Industrial, com um custo de R\$ 75,00/t;

- O lote de *Floating Hoses* entrou no Aterro Industrial a uma receita de R\$ 704,00/t.

Diante deste cenário, foram necessários um total de 63 dias para aplicação da técnica de Manufatura Reversa no lote de 264 (duzentos e sessenta e quatro) *Floating Hoses*, de forma a que todos os materiais estivessem aptos a serem destinados em suas respectivas tecnologias.

Os custos operacionais para processamento do lote foram divididos em grupos: Mão-de-Obra, Insumos/Combustível, Manutenção, Destinação, Frete, Aluguel e Outros Custos (**Gráfico 2**).

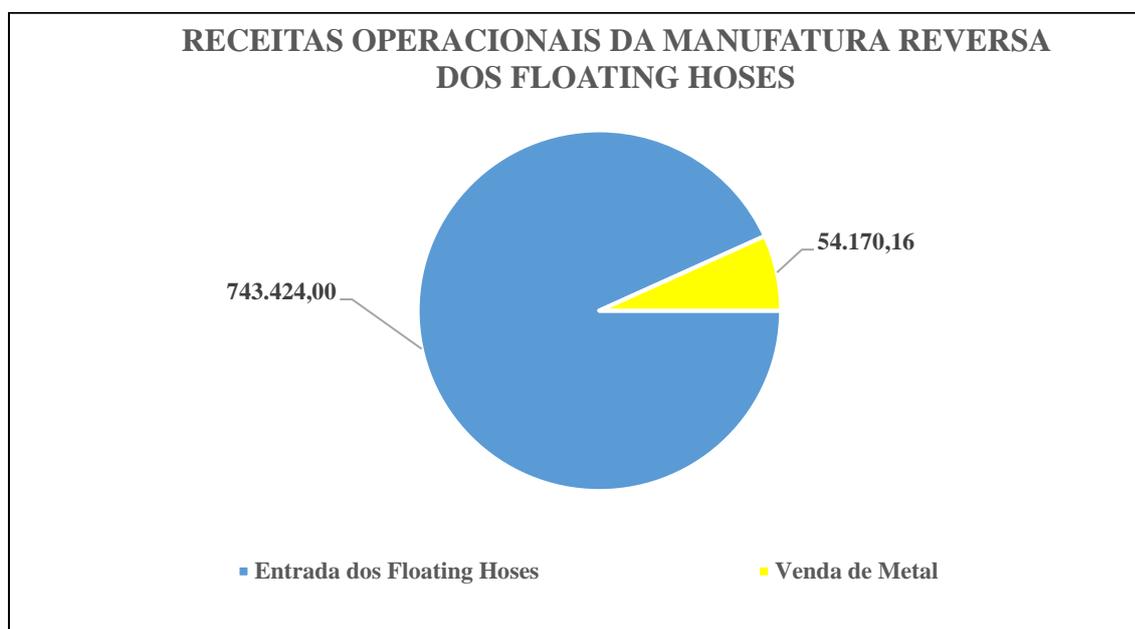
Gráfico 2: Composição dos Custos Operacionais da Manufatura Reversa dos Floating Hoses (AUTOR, 2016).



Os custos operacionais totais para a aplicação da técnica de Manufatura Reversa nos *Floating Hoses* foram de R\$ 538.356,79.

Considerando que a receita de entrada (**Gráfico 3**) dos *Floating Hoses* no Aterro Industrial foi de R\$ 704,00/t, e que a receita da destinação do metal, foi R\$ 170,00/kg, obteve-se:

Gráfico 3: Composição das Receitas Operacionais da Manufatura Reversa dos *Floating Hoses* (AUTOR, 2016).



As receitas operacionais totais para a aplicação da técnica de Manufatura Reversa nos *Floating Hoses* foram de R\$ 797.594,16.

Aplicando o conceito da análise financeira para obtenção da Margem Bruta (**Quadro 1**) da aplicação da técnica de Manufatura Reversa nos *Floating Hoses*, chegou-se ao seguinte resultado:

Quadro 1: Análise Financeira da Aplicação da Técnica de Manufatura Reversa dos *Floating Hoses* (AUTOR, 2016)

ANÁLISE FINANCEIRA - MANUFATURA REVERSA DOS FLOATING HOSES					
CUSTOS OPERACIONAIS			RECEITAS		
Item	Empreitada	(R\$/ton)	Item	Valor Total	Margem
Mão de Obra	R\$ 82.687,30	R\$ 78,30	Receita Bruta	R\$ 797.594,16	100,00%
Insumos/Combustíveis	R\$ 44.846,97	R\$ 42,47	Imposto ¹	-R\$ 115.651,15	-14,50%
Manutenção	R\$ 14.380,00	R\$ 13,62	Receita Líquida ²	R\$ 681.943,01	85,50%
Destinação	R\$ 39.408,60	R\$ 37,32	Custos Operacionais	-R\$ 538.356,79	-75,80%
Frete	R\$ 110.985,92	R\$ 105,10	Margem Bruta³	R\$ 143.586,22	18,00%
Aluguel	R\$ 223.048,00	R\$ 211,22			
Mobilização de Equipamentos	R\$ 23.000,00	R\$ 21,78			
TOTAL	R\$ 538.356,79	R\$ 509,81			

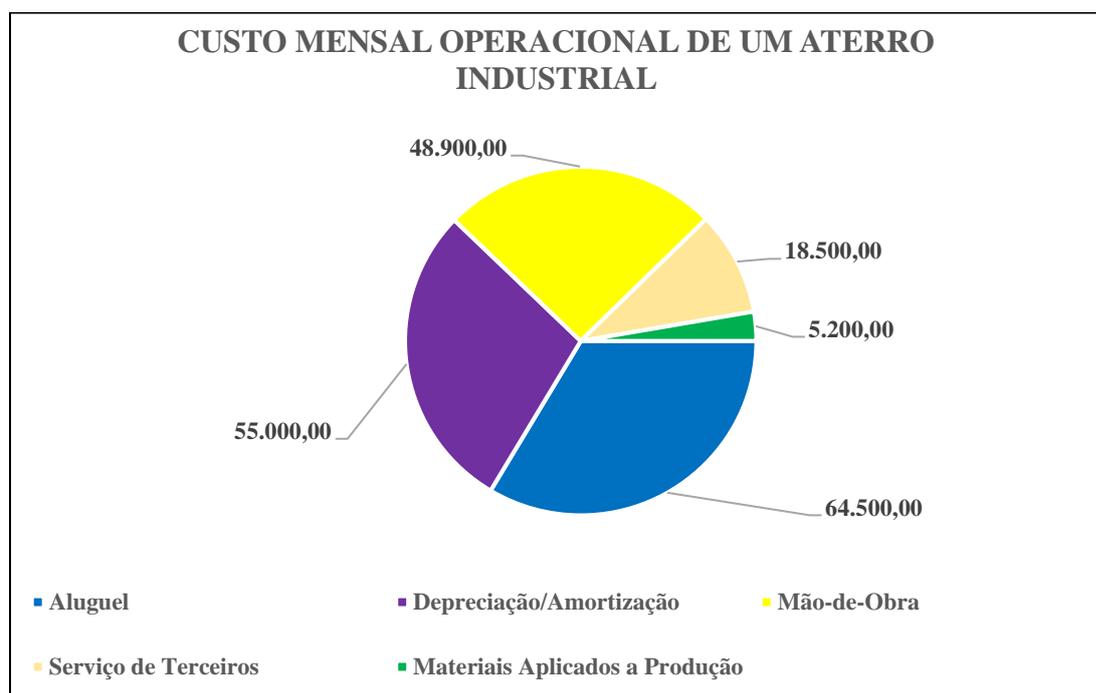
1 - Os impostos podem variar de acordo com a região;
 2 - A receita líquida foi obtida a partir da retirada do valor dos impostos da receita bruta;
 3 - A margem bruta é o valor da receita líquida após a retirada dos custos operacionais.

Observando o quadro acima fica evidente o resultado, onde a aplicação da técnica de Manufatura Reversa nos *Floating Hoses*, apresentou uma margem bruta de 18 %, ou seja, um lucro de R\$ 143.586,22.

4.1. Destinação Convencional e Manufatura Reversa dos *Floating Hoses* – Relação Custo-Benefício

Para fins de comparação entre a destinação convencional e a técnica de manufatura reversa dos *Floating Hoses*, foram utilizados os custos médios mensais do Aterro Industrial (Gráfico 4) onde os mangotes foram destinados. Os custos operacionais de um aterro podem variar, porém, basicamente, estão divididos em: mão-de-obra, aluguel, serviços de terceiros, materiais aplicados a produção e depreciação/amortização.

Gráfico 4: Composição do Custo Mensal Operacional de um Aterro Industrial (AUTOR, 2016).



O custo operacional médio mensal de um aterro industrial é R\$ 192.100,00. Considerando o valor de R\$ 240,00/t como sendo o valor médio da receita de destinação para o *Floating Hose* em um aterro industrial, e considerando ainda que, para a devida destinação

do lote em estudo, seriam necessários 22 (vinte e dois) dias de trabalho, ou seja, 1 (um) mês, aplicou-se então, o conceito de análise financeira para obtenção da Margem Bruta desta operação (**Quadro 2**):

Quadro 2: Análise Financeira da Destinação Convencional dos *Floating Hoses* (AUTOR, 2016).

ANÁLISE FINANCEIRA - DESTINAÇÃO CONVENCIONAL DOS FLOATING HOSES					
CUSTOS OPERACIONAIS			RECEITAS		
Item	Empreitada	(R\$/ton)	Item	Valor Total	Margem
Aluguel	R\$ 64.500,00	R\$ 61,08	Receita Bruta	R\$ 253.440,00	100,00%
Depreciação/Amortização	R\$ 55.000,00	R\$ 52,08	Imposto ¹	-R\$ 36.748,80	-14,50%
Mão de Obra	R\$ 48.900,00	R\$ 46,31	Receita Líquida ²	R\$ 216.691,20	85,50%
Serviços de Terceiros	R\$ 18.500,00	R\$ 17,52	Custos Operacionais	-R\$ 192.100,00	-75,80%
Materiais Aplicados a Produção	R\$ 5.200,00	R\$ 4,92	Margem Bruta ³	R\$ 24.591,20	9,70%
TOTAL	R\$ 192.100,00	R\$ 181,91			

1 - Os impostos podem variar de acordo com a região;
 2 - A receita líquida foi obtida a partir da retirada do valor dos impostos da receita bruta;
 3 - A margem bruta é o valor da receita líquida após a retirada dos custos operacionais.

De posse de todos os resultados obtidos, foi feito um comparativo quali-quantitativo (**Quadro 3**) da aplicação da técnica de Manufatura Reversa com a destinação convencional dos *Floating Hoses*, de forma a estabelecer uma relação custo-benefício.

Quadro 3: Comparativo Quali-Quantitativo das Técnicas de Destinação (AUTOR, 2016).

DESTINAÇÃO CONVENCIONAL E MANUFATURA REVERSA DOS FLOATING HOSES - CUSTO - BENEFÍCIO		
ITEM	DESTINAÇÃO CONVENCIONAL	MANUFATURA REVERSA
Está de acordo com a Nota Técnica do IBAMA 01/11?	NÃO	SIM
Tem Risco de Passivo Ambiental?	SIM	NÃO
Valor Médio da Destinação	R\$ 240,00/ton	R\$ 704,00/ton
Custos Operacionais	R\$ 192.100,00	R\$ 538.356,79
Indicador do Custos Operacional	R\$ 181,91/ton	R\$ 509,81/ton
Receita Bruta	R\$ 253.440,00	R\$ 797.594,16
Margem Bruta	9,70%	18,00%
LUCRO	R\$ 24.591,20	R\$ 143.586,22

5. CONCLUSÃO

Analisando o quadro comparativo quali-quantitativo, da aplicação da técnica de manufatura reversa com a destinação convencional dos *Floating Hoses*, fica evidente que a primeira, apesar de ter seus custos operacionais maiores do que a destinação convencional, tem uma margem bruta maior. Ou seja, o lucro da técnica de manufatura reversa com relação a destinação convencional, chega próximo ao dobro.

Em uma análise qualitativa, fica claro, no decorrer da pesquisa, o risco de possíveis danos ambientais por conta da destinação convencional dos *Floating Hoses* em um aterro industrial, uma vez que o destinador do resíduo se torna corresponsável pelo resíduo ora disposto no aterro, até o fim de sua vida útil, que é em média de 30 (trinta) anos. Além disso, através da Nota Técnica 01/11 do IBAMA, fica evidenciado a determinação para redução da destinação de resíduos oriundos de das atividades de Exploração e Produção (E&P) de petróleo e gás natural, em aterros, o que vem de encontro a destinação convencional.

Em uma busca incessante para técnicas ambientalmente corretas e economicamente viáveis para destinação de resíduos sólidos, a aplicação da técnica de manufatura reversa dos *Floating Hoses*, se mostra bastante promissora.

Porém, para desenvolvimento da técnica em escala industrial, um ponto deverá ser analisado, que seja, a viabilidade econômica da implantação de uma linha de manufatura reversa para uma escala maior, levando em consideração um lote mínimo de recebimento, comparando-a com a locação mensal dos equipamentos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABETRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Industriais**. Relatório Final. São Paulo, 2003.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR - 10.004: Resíduos sólidos – classificação**. 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR – 13.896: **Aterros de Resíduos Não Perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação** – 1997.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR – 16.156: estabelece as normas e diretrizes para proteção ao meio ambiente e para controle de riscos de segurança e saúde no trabalho de atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos.** 2014.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** São Paulo, 2014.

ALBARELLI, Juliana Q.; SANTOS, Diego T. dos Santos; HOLANDA, Marcelo R. de. **Estudo da Viabilidade Econômica de Centrais de Cogeração Utilizando Resíduo Sólido Municipal.** Revista Analytica, São Paulo, n° 29, p. 70 – 76, junho/julho 2007.

Aterros Sanitários, Google – **Quem sou eu? Visualização Lateral.** Disponível em: < <http://aterrossanitarios.blogspot.com.br> >. Acesso em 20 de junho de 2016.

BARRETO, Eduardo José Fagundes; PINHO, João Tavares. **Sistemas Híbridos – Soluções Energéticas para a Amazônia.** 1ª Edição. Brasília, Ministério de Minas e Energia, 2008.

BIDONE, Francisco Antonio. **Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais: Eliminação e Valorização.** PROSAB 2. ABES/RJ. 240 p.

BRASIL. Lei n°. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos;** altera a Lei n°. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Diário Oficial da União, 23/12/2010.

BURANI, Geraldo Francisco; GRIMONI, José Aquiles Baesso; RIBEIRO, Fernando Selles; UDAETA, Miguel Edgar Morales. **Cogeração Através de Aproveitamentos Energéticos a partir de Resíduos Urbanos.** 2008. Instituto de Energia e Eletricidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Política Nacional dos resíduos sólidos**. 2ª Edição, 2012.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 316**. Brasília, 2002.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 382**. Brasília, 2006.

ContiTech Oil & Gas, Google – **Offshore Marine Hoses**. Disponível em: <
http://www.contitech-oil-gas.com/pages/marine-hoses/double-carcass/saflote/saflote_en.html
>. Acesso em 15 de junho de 2016.

COSTA, ANA PAULA SANTOS. 2007. **Estudo de uma nova concepção de linhas de mangotes para transferência de óleo no mar**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado - COPPE - UFRJ, 2007.

ESSENCIS SOLUÇÕES AMBIENTAIS. **Determinação de Análises Laboratoriais**. MA.LB.01.04. Rev. 04, Magé, RJ, 2014.

FERREIRA, ADRIANA ZIEMER GARCIA. **Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos pelo Processo de Incineração: Análise Técnica e Ambiental**. USP, São Paulo, 2013.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e Meio Ambiente**. Tradução da 3ª Edição Norte-Americana. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2003.

IBAMA. 2011. **NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA N° 01/11. Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás**. 2011.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

ISS Industrial & Ship Services BV, Google – **Floating Hose**. Disponível em: < http://www.iss-technologie.com/?Hoses:Floating_hoses >. Acesso em 15 de junho de 2016.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. **Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos**. Infarma – Informativo Profissional do Conselho Federal de Farmácia, Brasília, v. 16, n. 11/12, p. 67-77, 2004.

Modec, Google – **FPSO Cidade de Mangaratiba MV24**. Disponível em: < http://www.modec.com/fps/fpso_fso/projects/cernambi.html >. Acesso em 15 de junho de 2016.

MORGADO, Túlio Cintra; FERREIRA, Osmar Mendes. **Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Cogeração de Energia. Estudo para Região Metropolitana de Goiânia**. 2006. Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

Nota Técnica DEN 06/08 – **Avaliação Preliminar do Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande, MS**. 2008. Rio de Janeiro, Empresa de Pesquisa Energética – Ministério das Minas de Energia.

OCIMF. 1991. **Guide to Purchasing, Manufacturing and Testing of Loading and Discharge Hoses for Offshore Moorings**. Londres - Inglaterra: Witherby & CO. LTDA, 1991.

PAVAN, Margareth Cássia Oliveira. **Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos: Avaliação e Diretrizes para Tecnologias Potencialmente Aplicáveis no Brasil**. 2010. 187 folhas. Tese (Doutorando em Energia). Programa de Pós-Graduação em Energia – Universidade de São Paulo, São Paulo.

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de Energia Elétrica: Tecnologia, Inserção Ambiental, Planejamento, Operação e Análise de Viabilidade.** 3ª Edição. Barueri, SP, Manole, 2003.

SANETAL ENGENHARIA E CONSULTORIA. 2011. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Valinhos – SP.** Agosto 2011.

SCHALCH, V. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2002.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. **Resolução SMA 079.** Brasília, 2009.

SIQUEIRA, A. **Resíduos Sólidos: da Classificação à Disposição Final.** Revista *Fármacos & Medicamentos*. Editorial Racine. Jan/fev 2001; 10 – 16.

SOARES, E. L. S. F. **Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** COPPE – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

ARTIGO CIENTÍFICO 2 – RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS: PROPOSTA DE VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Marlon de Almeida Clemente da Silva - IFFluminense/PPEA

José Augusto Ferreira da Silva - IFFluminense/PPEA

Resumo

A “Valorização Energética dos Resíduos”, permite maior aproveitamento da energia agregada aos materiais promovendo uma destinação ambientalmente mais sustentável. Buscou-se com a pesquisa desenvolver técnicas de destinação adequadas para os resíduos da indústria de cosméticos, visando maior valorização dos materiais que o compõe e, discutir os riscos inerentes da destinação inadequada destes resíduos. A metodologia de pesquisa utilizada foi baseada em estudos empíricos de fundamentação fenomenológica, envolvendo equipe operacional de uma empresa de porte médio que possui uma participação ascendente no mercado de Tratamento e Destinação de Resíduos, no município de Magé. Evidenciou-se com a pesquisa que há possibilidade de ganhos energéticos com a aplicação das técnicas de valorização energética nos resíduos das indústrias de cosméticos, tanto em termos de reduções de passivos ambientais, como com o retorno financeiro, por meio da valorização dos materiais que os compõem.

Palavras Chave: Resíduos de Indústria de Cosméticos, Valorização Energética de Resíduos, Sustentabilidade.

Abstract

The “Energy Valorization of Waste” allows greater use of the energy added to the materials, promoting an environmentally more sustainable destination. The aim of the research was to develop adequate disposal techniques for the waste from the cosmetics industry, aiming at a greater appreciation of the materials that make it up, and to discuss the inherent risks of inappropriate waste disposal. The research methodology used was based on empirical studies of phenomenological foundations involving the operational team of a medium sized company that has an upward participation in the Waste Treatment and Disposal market in the

municipality of Magé. It was evidenced by the research that there is a possibility of energetic gains with the application of energy recovery techniques of residues of cosmetics industries, both in terms of reductions of environmental liabilities and with financial return, through the valuation of the materials that which composes it.

Keywords: Waste from Cosmetics Industry, Energy Valorization of Waste, Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Em consequência da destinação inadequada de resíduos por parte das indústrias, que se utilizam de técnicas não ambientalmente corretas para seu tratamento, o assunto geração e tratamento de resíduos sólidos vem se tornando um problema cada vez mais difícil de ser resolvido no âmbito mundial. Isto ocorre tanto pelo fato de uma falta de conscientização e comprometimento para uma destinação correta e adequada, por parte dos responsáveis pela geração destes resíduos, como pelo descaso com que os fornecedores destes serviços tratam este assunto, onde visam mais o lucro com o recebimento do resíduo, do que o seu tratamento.

Isso culmina em um crescimento diário do volume de resíduos tratados de maneira inadequada por parte das indústrias. Diante deste cenário, onde o mercado competitivo e a falta de conscientização para o descarte adequado de resíduos, propiciam para que técnicas de destinação ambientalmente corretas deixem de ser utilizadas, a geração desordenada de resíduos sólidos sem tratamentos corretos, se torna um problema difícil de ser solucionado.

Por este fato, estudos sobre aplicações de técnicas de destinações com menor impacto ao meio ambiente e ao ser humano, e com um melhor custo-benefício, vem sendo pauta de reuniões, tanto em âmbito público, quanto privado.

De acordo com a NBR 10.004 da ABNT (2004), resíduos sólidos são definidos como:

“resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (p. 1)”

As indústrias de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos produzem diversos tipos de resíduos, que, sejam eles líquidos ou sólidos, devem ser tratados de forma ambientalmente correta. De acordo com a Lei N° 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 20, inciso I, obriga as indústrias geradoras de resíduos sólidos a elaborarem o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Por este fato, as industriais de cosméticos devem confeccionar o seu PGRS, documento este, onde constam todos os resíduos gerados, com suas devidas características e quantidades, bem como os tipos de tratamento para cada um deles.

Dentre os resíduos gerados nas industriais de cosméticos, estão os chamados produtos “não conforme”, que, quer pelo vencimento de sua data de validade ou por um determinado parâmetro de fabricação fora do controle de qualidade da empresa, são considerados resíduos, e devem ser tratados como tal, recebendo a devida destinação ambientalmente correta. Hoje praticamente todos estes “produtos” da indústria de cosméticos, considerados “não conforme”, e logo, tratados como resíduos, são dispostos em aterros industriais classe 2, para resíduos não perigosos. Esta destinação apesar de ter um custo menor para a indústria geradora, pode trazer alguns impactos ambientais irreversíveis ao meio ambiente.

Pois, tratam-se de “resíduos” com alto poder calorífico, que podem facilmente por uma ignição começar um incêndio em um aterro, atingindo as camadas de impermeabilização do solo, começando assim um processo de contaminação. Outro ponto negativo a esta destinação em aterros, seria o econômico, relacionado ao valor agregado do “resíduo”, e uma taxa de degradação muito lenta. Como exemplo destes resíduos tem-se madeira, papel, papelão, plástico e materiais fluídos com alto poder calorífico.

Antes do envio destes resíduos para a destinação em aterros industriais, eles são enviados em carretas fechadas (**Figura 1**), até empresas especializadas em tratamento e descaracterização de resíduos, onde sofrem um processo “artesanal” de destruição. Nestas empresas, estes resíduos não são valorizados energeticamente, de modo a aproveitar em sua maioria todo o valor agregado ao mesmo. Eles são processados pelas máquinas operatrizes de campo, que sejam, pás carregadeiras e retroescavadeiras, de modo a serem amassados, a tal ponto de serem “descaracterizados”. Porém esta descaracterização, na maioria das vezes, não é eficiente, sobrando restos de produtos ainda sem qualquer tipo de intervenção e/ou destruição. O que pode causar um grande problema, tanto para a empresa prestadora do serviço, quanto para a o cliente que destinou o produto a ser descaracterizado, pois, podem ser alvos de pessoas mal-intencionadas, que fazem a sua comercialização ilegal.

Figura 1: Embalagens de Cosméticos “Não Conformes” (AUTOR, 2017).



2. REVISÃO DA LITERATURA

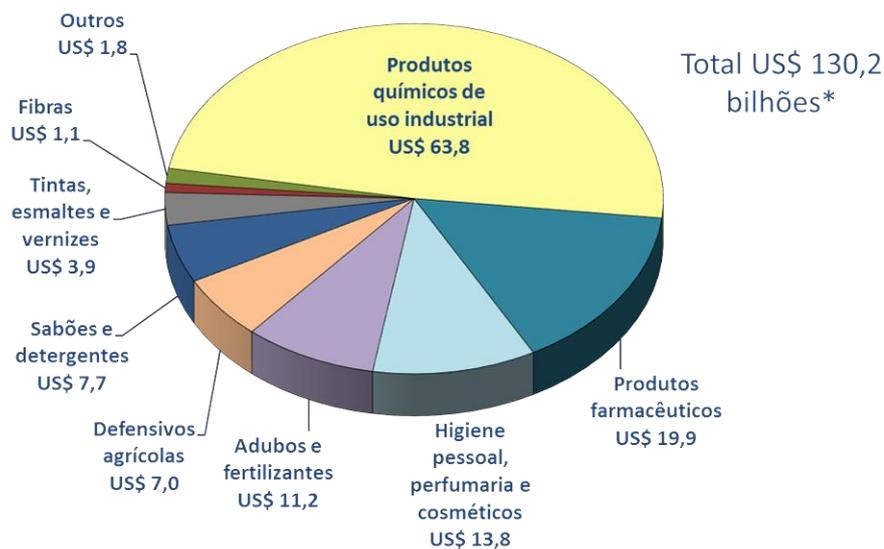
2.1. A Indústria de Cosméticos no Brasil

A resolução RDC nº 79 da ANVISA (2000), regulamenta a definição de cosméticos, produtos de higiene e perfumes, como sendo:

“preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e/ou corrigir odores corporais e/ou protegê-los ou ainda mantê-los em bom estado. (p. 2) ”

Devido a utilização e transformação de ingredientes químicos associados a fabricação de cosméticos, este segmento é classificado como indústria química. Estão englobados no segmento de cosméticos, os setores de perfumaria, higiene pessoal e limpeza. Segundo a ABIQUIM, Associação Brasileira de Indústria Química, em 2010, a indústria de perfumaria, higiene pessoal e limpeza, representou 9,43 % do faturamento líquido da indústria química brasileira (**Figura 2**).

Figura 2: Faturamento Líquido da Indústria Química Brasileira (ABIQUIM, 2010).



Ainda de acordo com a ABIQUIM (2010), o Brasil ocupa a 7ª posição no ranking de faturamento da indústria química mundial (**Figura 3**).

Figura 3: Faturamento Mundial Estimado da Indústria Química (ABIQUIM, 2010).

PAÍS	FATURAMENTO
CHINA	903
ESTADOS UNIDOS	720
JAPÃO	338
ALEMANHA	229
CORÉIA	139
FRANÇA	137
BRASIL	130
ÍNDIA	125
ITÁLIA	105
REINO UNIDO	94
RÚSSIA	83
HOLANDA	73
ESPANHA	70

De acordo com os dados apresentados na figura 3, é possível dimensionar a importância da indústria de cosméticos brasileira, que representa aproximadamente 0,4% do faturamento mundial da indústria química.

2.2. Geração de Resíduos na Indústria de Cosméticos

Pelo fato da utilização de várias matérias-primas, insumos e produtos auxiliares no processo de fabricação de cosméticos, muitos resíduos de várias naturezas e características são gerados. Dentre eles, resíduos de efluentes líquidos oriundos da limpeza dos equipamentos e/ou pisos, e restos de materiais de embalagens (resíduos de plásticos, papelão, tambores), são alguns exemplos.

Devido a característica deste setor, a maior quantidade de resíduo gerado, é de natureza líquida, porém, o foco principal desta pesquisa, são os resíduos sólidos, oriundos dos produtos chamados de “não conforme”.

Estes produtos são em sua grande maioria, materiais fora do prazo de validade e/ou materiais que por alguma falha do processo produtivo, não passaram no controle de qualidade, e ficaram fora da especificação técnica definida pelo fabricante. Por esta razão, devem ser enviados para uma descaracterização e posterior destinação em empresas especializadas para este fim. Com isso, estes materiais “não conforme” são caracterizados como resíduos.

É de responsabilidade das empresas fabricantes de produtos cosméticos, submeter todos os seus produtos ao Controle de Qualidade, antes que os mesmos sejam liberados ao mercado, e isso fica claro na ISSO 9001 (2008), que define muito bem esta responsabilidade:

“A organização deve assegurar que produtos que não estejam conformes com os requisitos do produto, sejam identificados e controlados para evitar seu uso ou entregas não pretendidas. Um procedimento documentado deve ser estabelecido para definir os controles e as responsabilidades e a autoridade relacionadas para lidar com produto não conforme. (p. 13)”

Segundo o Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos, ANVISA (2008), para a realização dos procedimentos adequados de descarte é importante a observância do grau de inflamabilidade, de toxicidade e de compatibilidade entre os resíduos. Com isso, evita-se o risco de reações indesejadas e danos ao ambiente. Ainda de acordo com o guia, as empresas fabricantes de cosméticos, devem agir e criar ações necessárias à redução da geração de resíduos, de forma a estabelecer:

“um programa de gerenciamento, tendo como meta a redução da geração de resíduos. A manutenção da segregação dos resíduos, a substituição de produtos mais perigosos por outros de menor risco, a aquisição de quantidades corretas de produtos, além da subcontratação de empresas terceirizadas para o recolhimento e a incineração dos resíduos ou reciclagem são itens importantes, que devem ser considerados neste programa. (p. 40) ”

Partindo da premissa que o processo de fabricação de produtos cosméticos envolve produtos químicos, e por este fato são classificados neste ramo de atividade, pode-se afirmar que os resíduos gerados no processo de fabricação de cosméticos, são nocivos à saúde e/ou ao meio ambiente. Diante desta afirmação, uma destinação ambientalmente correta deste resíduo, por meio de empresas confiáveis e com Know-How para tal atividade, torna-se de fundamental importância, para mitigar o impacto para o ambiente e sociedade.

2.3. Os Riscos de Destinação não Sustentável para os Resíduos de Cosméticos

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), criada pela Assembleia Geral da ONU, divulgou um trabalho, conhecido como Relatório Brundtland. Este Relatório, defini um conceito que expandiu e passou a ser amplamente utilizado nas discussões internacionais, servindo como balizador central de pesquisas realizadas por organizações públicas e privadas. Conceito este, que define Desenvolvimento Sustentável como sendo:

“Um processo de transformação, no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação da evolução tecnológica e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas. (p. 46) ”

Em outras palavras, pode-se dizer que o conceito de Sustentabilidade, está diretamente ligado ao atendimento das necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidade.

Por se tratar de resíduos de natureza química, podem existir riscos potenciais de acidentes, inerentes às propriedades específicas de cada material. Por este fato, a destinação correta destes resíduos, com a finalidade de mitigar os acidentes decorrentes dos efeitos agressivos imediatos (inflamabilidade, corrosividade e toxicidade), e os efeitos a longo prazo, tais como os de teratogênese, carcinogênese e mutagênese, se torna de fundamental importância.

Esta afirmação se torna ainda mais crítica, quando se tratam de produtos não conformes, que se somando aos riscos químicos, intrínsecos a destinação destes materiais, existe ainda o fator do desconhecimento dos danos que estes produtos, fora de validade e/ou fora de especificação, pode causar quando de uma destinação não ambientalmente correta, e até mesmo de sua utilização não autorizada.

De acordo com o Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos, ANVISA (2008), é de responsabilidade do setor de Controle de Qualidade da empresa fabricante de cosméticos, garantir a rastreabilidade de todos os processos realizados, incluindo a destinação final dos resíduos e/ou produtos não conformes.

Pelo fato desta destinação ser de responsabilidade direta das empresas fabricantes, a tecnologia de descaracterização, é muito utilizada para a destruição dos produtos não conforme. Esta tecnologia tem como fundamento principal a redução da granulometria do produto, se utilizando de equipamentos fragmentação e picagem, de forma a retirar qualquer tipo de vinculação à sua antiga marca, de forma a evitar a reutilização e comercialização destes produtos de forma indevida.

Porém, esta tecnologia não tem se mostrado eficaz para a total descaracterização destes produtos. Isto ocorre pelo fato desta descaracterização não estar sendo feita por equipamentos adequados, pois, aumenta e muito o custo para a empresa contratada para tal. O correto para esta tecnologia, é a utilização de picadores e/ou trituradores, para redução da granulometria, e total descaracterização dos produtos não conforme. Em alguns casos, e dependendo do produto a ser descaracterizado, o processo de incineração se torna o mais adequado.

Na **Figura 4** apresenta-se o processo de descaracterização utilizado pela grande maioria das empresas de destinação e tratamento de resíduos industriais. Processo este que consiste na destruição destes produtos através de máquinas operatrizes, na maioria das vezes se utilizam de pás-carregadeiras, que usam suas conchas para “amassar” estes produtos. Porém, a eficiência de destruição deste método é muito baixa, deixando uma grande quantidade de produtos não

conformes, sem qualquer tipo de intervenção. Após este processo, os produtos sem a devida descaracterização, são enviados para aterros industriais classe II de resíduos não perigosos.

Figura 4: “Descaracterização” de Produtos Não Conformes (AUTOR, 2017).



Após o processo de “descaracterização” do produto não conforme, é possível visualizar facilmente, vários lotes de produtos ainda intactos (**Figura 5**), o que, além de estar dando uma destinação não correta para o resíduo, jogando o mesmo em aterros, facilita o comércio ilegal destes produtos, colocando em risco a reputação da marca.

Figura 5: Produtos Intactos Não Descaracterizados Pós Processo (AUTOR, 2017).



2.4. Valorização Energética dos Resíduos das Indústrias de Cosméticos

A valorização energética é um método de tratamento que consiste em utilizar a energia contida nos resíduos, para a geração de outra forma de energia, em geral energia térmica. Neste caso, a energia armazenada nos resíduos é utilizada como combustível para um outro processo, com um custo mais baixo, e com uma performance muito similar ao combustível original.

Com o intuito de uma maior valorização e aproveitamento energético dos produtos não-conforme (resíduos), e de todos os seus materiais (embalagens, tampas, catálogos, etc.), testes laboratoriais foram realizados, afim de verificação da quantidade de energia armazenada nos mesmos, bem como as características dos materiais que os compõem. Desta forma, foi possível verificar a melhor tecnologia para destinação final dos resíduos.

Dentre os materiais e/ou produtos não conformes que foram analisados estão as embalagens, tampas, catálogos, palhetes de armazenagem, papéis, papelões e fluídos, todos provenientes de produtos não conformes.

Os parâmetros analisados foram PCS (Poder Calorífico Superior) e Teor de Cloro, fundamentais para uma possível destinação por Coprocessamento. Destinação esta, que é uma forma de valorização energética, pois, consiste na formação de um combustível sólido alternativo utilizado nos fornos das indústrias cimenteiras, para a produção do cimento, em substituição aos combustíveis e/ou matérias-primas não-renováveis, utilizados como combustível original desta tecnologia.

O PCS, é uma forma de quantificar a energia armazenada nos resíduos, e, logo, quanto maior for este valor, maior será a energia que poderá ser transformada em energia térmica. De acordo com o Procedimento para Determinação de Poder Calorífico Superior e Teor de Cloretos, HAZTEC (2017), os valores que são utilizados como parâmetro de destinação, são os valores de PCS acima de 3000 cal/g, e logo, sendo o valor mínimo aceitável pelas Cimenteiras. Este valor mínimo é necessário para que o forno mantenha a eficiência de queima, sem prejudicar o produto seu produto final.

O Teor de Cloro, é um parâmetro muito importante para a destinação proposta neste estudo, que seja, Coprocessamento, pois, uma concentração muito alta pode danificar a estrutura interna dos fornos de cimento, devido às substâncias nocivas liberadas com o aumento de temperatura. Conforme o Procedimento para Determinação de Poder Calorífico Superior e Teor de Cloretos, HAZTEC (2017), para fins de aceitação por parte da Cimenteira, os valores

de teor de cloro com percentual acima de 0,3%, não são aceitáveis para Coprocessamento, devido à grande possibilidade de prejudicar a estrutura interna do forno.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

No estudo de caso em questão, foram utilizados os materiais e equipamentos abaixo:

- Produtos Não Conformes;
- Trituradores Laboratoriais;
- Pás Carregadeiras;
- Vidraçarias.

3.2. Métodos

A pesquisa foi baseada nos métodos empírico (estudo experimental) e fenomenológico (vivência e envolvimento dos pesquisadores com o objeto de estudo). (Galileu; Francis Bacon)

Os dados empíricos foram coletados através de um evento controlado, que no caso da pesquisa, foram as informações relativas aos ensaios laboratoriais de levantamento de parâmetros dos produtos não conformes, que sejam, PCS (Poder Calorífico Superior) e Teor de Cloro.

O método de coleta e análise de dados foi quantitativo. Os resultados dos testes laboratoriais foram utilizados como base para a definição da técnica de tratamento de resíduos a ser utilizada, propondo sua utilização e testes em uma escala industrial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os produtos não conforme para destruição foram segregados de suas respectivas embalagens, e dispostos por classe de materiais (**Figura 6**) – tampa, catálogos, papel, papelão e madeira. Os testes laboratoriais para levantamento dos valores de PCS (Poder Calorífico Superior) e Teor de Cloro foram aplicados a cada um dos materiais.

Figura 6: Produtos Não Conformes Segregados para Testes (AUTOR, 2017).



Após a segregação os produtos não conformes foram submetidos aos testes laboratoriais para quantificação de suas características (**Figuras 7 e 8**), para PCS (Poder Calorífico Superior) e Teor de Cloro.

Figura 7: Produtos Segregados Pós Testes (AUTOR, 2017).



Figura 8: Produtos Segregados Pós Testes (AUTOR, 2017).



Diante dos resultados dos testes laboratoriais, foi possível quantificar os valores de PCS e Teor de Cloro, para os produtos segregados, conforme **Quadro 1**:

Quadro 1: Valores de PCS e Teor de Cloro para os Produtos Segregados (AUTOR, 2017)

QUANTIDADE DE PCS E CLORO DOS PRODUTOS SEGREGADOS		
MATERIAL	PCS (cal/g)	Cl (%)
TAMPAS	10.531	0,078
CATÁLOGO	3.703	0,130
PAPEL	3.964	0,162
PAPELÃO	4.171	0,109
MADEIRA	4.330	0,148
MÉDIA	5.340	0,125

Diante dos resultados dos testes laboratoriais apresentados na tabela acima, e comparando as médias dos valores encontrados, com os parâmetros limites de aceitação das cimenteiras ($PCS \geq 3.000$ cal/g e $Cl \leq 0,3$ %), HAZTEC (2017), é possível afirmar que os materiais segregados dos produtos não conforme, tem um grande potencial para a destinação de Coprocessamento.

5. CONCLUSÃO

Por meio de valores do Poder Calorífico Superior (PCS) e do Teor de Cloro para os produtos não conformes segregados para as análises laboratoriais, foi possível dimensionar o potencial energético destes materiais, e sua possível utilização em substituição aos combustíveis hoje utilizados nas cimenteiras, para produção de cimento, através da tecnologia de Coprocessamento.

Além do aspecto quantitativo dos parâmetros energéticos destes materiais, o fato qualitativo da destinação ambientalmente correta destes resíduos, dever ser levada em consideração. Pois, os riscos envolvidos em uma destinação não controlada destes resíduos são eminentes. Tanto para as empresas que fornecem os serviços de tratamento e destinação destes resíduos, e logo, não os tratam como resíduos químicos que são, quanto para os fabricantes destes produtos, que devido a ineficiência do processo de destinação/descharacterização utilizados, expõem a sua marca, para possíveis utilizações e comercializações indevidas e não autorizadas.

Logo, a aplicação da técnica de valorização energética para os produtos não conformes das indústrias de cosméticos, se mostrou bastante promissora, em um mercado onde cada vez mais as técnicas ambientalmente corretas de destinação de resíduos são estudadas, e tem ganhado cada vez mais força.

Para o desenvolvimento da técnica em escala industrial, deverá ser analisado, a viabilidade econômica da implantação de uma linha de valorização energética para uma escala maior, levando em consideração as linhas de segregação e trituração dos resíduos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Relatório de Acompanhamento Setorial – Cosméticos**. UNICAMP. SP. Maio, 2008.

ABETRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Industriais**. Relatório Final. São Paulo, 2003.

ABIHPEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIADE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. **Panorama do Setor de HPPC 2016**. São Paulo. 2016.

ABIQUIM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Sobre o Setor**. 2010.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - 10.004: Resíduos sólidos – classificação**. 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001/2008: Sistemas de Gestão da Qualidade**. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2008.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**. 2ª edição, revista – Brasília: Anvisa, 2008.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 79**, de 28 de agosto de 2000. Diário Oficial da União, 31/08/00.

BRASIL – Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 23/12/2010.

BURANI, Geraldo Francisco; GRIMONI, José Aquiles Baesso; RIBEIRO, Fernando Selles; UDAETA, Miguel Edgar Morales. **Cogeração Através de Aproveitamentos Energéticos a partir de Resíduos Urbanos**. 2008. Instituto de Energia e Eletricidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Política Nacional dos resíduos sólidos**. 2ª Edição, 2012.

CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum (Relatório de Brundtland)**. Editora da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 1988.

CRQ – CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA – IV REGIÃO – SP. **Manual de Cosmetovigilância.** Comissão Técnica de Cosméticos. São Paulo, 18 de junho de 2008.

FERREIRA, ADRIANA ZIEMER GARCIA. **Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos pelo Processo de Incineração: Análise Técnica e Ambiental.** USP, São Paulo, 2013.

HAZTEC – POP-BLD-LAB-007 Rev05 – **Determinação de Poder Calorífico Superior e Teor de Cloretos.** 2017. Rio de Janeiro.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais.** Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

Nota Técnica DEN 06/08 – **Avaliação Preliminar do Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande, MS.** 2008. Rio de Janeiro, Empresa de Pesquisa Energética – Ministério das Minas de Energia.

PAVAN, Margareth Cássia Oliveira. **Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos: Avaliação e Diretrizes para Tecnologias Potencialmente Aplicáveis no Brasil.** 2010. 187 folhas. Tese (Doutorando em Energia). Programa de Pós-Graduação em Energia – Universidade de São Paulo, São Paulo.

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de Energia Elétrica: Tecnologia, Inserção Ambiental, Planejamento, Operação e Análise de Viabilidade.** 3ª Edição. Barueri, SP, Manole, 2003.

SOARES, E. L. S. F. Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos. COPPE – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABETRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Industriais. Relatório Final.** São Paulo, 2003.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR - 10.004: Resíduos sólidos – classificação.** 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR – 13.896: Aterros de Resíduos Não Perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação** – 1997.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** São Paulo, 2014.

BIDONE, Francisco Antonio. **Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais: Eliminação e Valorização.** PROSAB 2. ABES/RJ. 240 p.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos;** altera a Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Diário Oficial da União, 23/12/2010.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Política Nacional dos resíduos sólidos.** 2ª Edição, 2012.

FERREIRA, ADRIANA ZIEMER GARCIA. **Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos pelo Processo de Incineração: Análise Técnica e Ambiental.** USP, São Paulo, 2013.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais.** Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. **Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos. Infarma – Informativo Profissional do Conselho Federal de Farmácia**, Brasília, v. 16, n. 11/12, p. 67-77, 2004.

PAVAN, Margareth Cássia Oliveira. **Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos: Avaliação e Diretrizes para Tecnologias Potencialmente Aplicáveis no Brasil**. 2010. 187 folhas. Tese (Doutorando em Energia). Programa de Pós-Graduação em Energia – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, José Maurício Pereira dos. **Aplicação dos Métodos e Ferramentas da Qualidade para a Redução de Perdas na Produção de Cosméticos**. 2015. UNITRI, Uberlândia, Minas Gerais.

SCHALCH, V. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2002.

SIQUEIRA, A. **Resíduos Sólidos: da Classificação à Disposição Final. Revista Fármacos & Medicamentos**. Editorial Racine. Jan/fev 2001; 10 – 16.