

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

DO BERÇO AO BERÇO: AS IMPLICAÇÕES DO REUSO DE
MATERIAIS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Bolsista: Elenize Freitas Avelino

MANAUS

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-SA/0052/2014

DO BERÇO AO BERÇO: AS IMPLICAÇÕES DO REUSO DE
MATERIAIS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Bolsista: Elenize Freitas Avelino, CNPq

Orientador: Prof. Dr. Salomão Franco Neves

MANAUS

2015

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar as implicações do reuso de materiais para a gestão dos resíduos no Polo Industrial de Manaus. De forma específica, será descrita a composição dos resíduos industriais do polo, além de verificar as relações de simbiose industrial potenciais para incentivar o reuso. No que concerne a metodologia, serão utilizadas informações oriundas do levantamento de resíduos industriais do PIM realizado pela agência de cooperação internacional do Japão – JICA. Além disso, as relações de simbiose industrial potenciais serão levantadas a partir da relevância de materiais utilizados em comum pelas principais atividades produtivas do PIM, conforme a metodologia de Neves (2013) e da Tabela de Recursos e Usos do Amazonas. Quanto aos resultados analisou-se a composição dos resíduos de modo que fosse possível verificar as opções de simbiose presentes no polo, tal como explicitado nos objetivos específicos. Constatou-se que os resíduos industriais do polo compõem-se principalmente de resíduos industriais não perigosos, com 417,8 tonelada/dia, e resíduos perigosos, com 119,7 tonelada/dia, originando um total de resíduos industriais correspondente a 628,9 toneladas diárias. Quanto as opções de simbiose, verificou-se diversas possibilidades nos setores de papel e papelão, entre o setor de metalurgia e equipamentos de transporte e entre o setor eletroeletrônico e de bens de informática, além de água e energia. A mesma foi percebida como alternativa para o reuso de resíduos ou dos próprios insumos oriundos da produção de certos setores, como é o caso do setor eletroeletrônico.

Palavras-chave: Reuso, Ecoeficiência, Polo Industrial de Manaus

ABSTRACT

This research aims to analyze the implications of the reuse of materials for waste management in the Polo Industrial de Manaus. Specifically, will be described the composition of industrial waste in addition to identify potential of industrial symbiosis relationships to encourage reuse. In regard to methodology will be used information derived from the survey of industrial waste of the PIM performed by international cooperation agency of Japan - JICA. In addition, the potential relations of industrial symbiosis will be raised from the relevance of materials used in common by the main productive activities of PIM, according to, Neves methodology (2013) and Tables of Amazon Features and Uses. As for the results, analyzed the composition of the waste so that it were can check the options of symbiosis present at the pole, as explained in the specific goals. It was observed that industrial waste are composed mainly of non-hazardous industrial waste, with 417.8 ton/day, and hazardous waste with 119.7 ton/day, resulting in a total of industrial waste corresponding to 628.9 tons by day. As to options of symbiosis, there was various possibilities in the sectors of paper and cardboard, between the metallurgy and transport equipment and between the electronics industry and information technology goods sector, as well as water and energy. The same was perceived as an alternative to the reuse of waste or the inputs coming from own production of certain sectors, such as the electronics sector.

Keywords: Reuse, Eco-Efficiency, Polo Industrial de Manaus

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1. Ecologia Industrial	10
2.2. O atual tratamento dado aos resíduos sólidos industriais	12
2.3. Soluções sistêmicas para a gestão de resíduos	14
3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .	16
3.1. A primeira lei ambiental brasileira	16
3.2. O CONAMA e as suas resoluções	16
3.3. ISO 14000.....	19
3.4. Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	24
3.5. Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais	25
4. REUSO INDUSTRIAL: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS	26
4.1. O reuso aplicado a indústria de transformação de João Pessoa	26
4.2. O reuso industrial a partir do cálculo de necessidades especiais	27
4.3. As ferramentas de gestão ambiental aplicadas no setor de transformação do plástico	29
4.4. A madeira plástica como alternativa de reuso industrial	30
4.5. Conclusões.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1. Os resíduos sólidos no Brasil	34
5.2. A composição dos resíduos do PIM	35
5.3. Análise dos fluxos de materiais.....	36
5.4. A simbiose aplicada no PIM	38
6. CONCLUSÃO	40
7. REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A indústria é um dos principais objetos discutidos na microeconomia, ciência que estuda como o consumidor e as empresas em nível individual interagem e decidem o preço e a quantidades dos produtos demandados e ofertados. Sobre a microeconomia, esta compreende, de forma resumida, a teoria do consumidor e a da produção. Enquanto que a teoria do consumidor avalia as preferências dos consumidores a partir do seu comportamento e a sua restrição orçamentária, a teoria da produção estuda o processo de transformação de matéria prima, a partir da união entre capital e trabalho, originando um produto que será ofertado no mercado. Nesse sentido, as relações entre os fatores de produção, ou seja, capital e trabalho, são usualmente expressas por meio de uma função. (PINDYCK, 2010)

Assim, a função de produção é a combinação entre os fatores produtivos que implica na produção máxima de uma empresa. A partir dela define-se o quanto deve ser aplicado em matérias primas, máquinas e mão de obra, de maneira que a produção torne-se crescente a menores custos e a maiores lucros. Tais lucros são utilizados no pagamento dos salários, na manutenção da capacidade produtiva e na ampliação da empresa. O crescimento do tamanho da fábrica originará cada vez mais produção e, conseqüentemente maiores resíduos industriais, cujo destino é incerto e, caso seja despejado de maneira inadequada, vai parar em rios, áreas urbanas ou de florestas, assim agredindo o meio ambiente.

Os resíduos industriais definem-se como tudo aquilo que é produzido e, após algum tempo descartado na forma de “lixo”. Porém, esse lixo pode ser reaproveitado ou reciclado, tornando-se um novo insumo do processo produtivo que pode ser capaz de reduzir e muito os custos da produção.

Inúmeras são as alternativas para tratar esses resíduos e entre elas estão a reciclagem, a simbiose industrial e os ecoparques industriais. A reciclagem dos resíduos consiste na coleta e na criação de um novo material a partir do existente. Já a simbiose industrial é entendida como uma rede de empresas independentes que trocam subprodutos entre si e partes de outros recursos comuns, pressupondo vantagens no aproveitamento desses subprodutos, enquanto ocorre a diminuição dos recursos residuais ou o seu tratamento de maneira eficaz. E, por fim, temos os ecoparques industriais que definem-se como uma ação pública ou privada baseada na simbiose industrial, havendo, dessa forma, a interação entre os agentes relacionados ao ambiente

de negócios e ao meio ambiente por meio da combinação ecológica entre design do produto e seus processos industriais. Essa combinação ocasiona a existência de um novo modelo industrial com vantagens competitivas que envolvem trocas simbióticas de materiais (semelhantes aquelas realizadas na natureza), energia e produtos, reduzindo os impactos ambientais.(NEVES,2013)

Outra alternativa seria tratar os resíduos a partir de sua composição. É preciso ver quais “materiais” o compõe e, a partir daí desenvolver uma solução. Para tanto é necessário, primeiro, reter todo o conhecimento sobre as diversas formas de tratamento de resíduos utilizadas pelo mundo, para inovar, propondo uma solução com a mínima chance de erro. Desta forma podemos associar tal ação a análise feita por Schumpeter a respeito do binômio criação-destruição, onde para que ocorra a inovação é necessário existir uma destruição criativa, ou seja destruir tudo aquilo considerado antiquado e ultrapassado (KUPFER e HASENCLEVER, 2013).

A gestão dos resíduos transformou-se em uma preocupação a partir do momento em que o meio ambiente e, conseqüentemente as pessoas, passaram a ser prejudicados pelo descarte inapropriado dos mesmos. E, como uma maneira de solucionar esse problema, criou-se uma nova consciência a respeito da forma de consumir. As pessoas buscam agora produtos “verdes”, onde sua produção é sustentável, o que motiva as indústrias a buscarem alternativas de diminuir os impactos ambientais com os custos reduzidos. Uma das alternativas utilizadas pelas empresas é o Sistema de Gestão Ambiental (SGA),implementado pela ISO 1400.

A ISO 14000 constitui-se como um conjunto de normas técnicas referentes a métodos e análises, que possibilitam certificar que determinado produto, desde sua produção, distribuição e descarte, não proporciona, ou reduz ao mínimo os danos ambientais. A Diretriz 14000 especifica os elementos de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e oferece ajuda prática para sua implementação ou aprimoramento. O SGA(Sistema de Gestão Ambiental) é uma estrutura desenvolvida em que uma organização pode controlar seus impactos ambientais e melhorar suas operações e negócios. A mesma, trás benefícios tanto corporativos como financeiros, desde a melhoria do relacionamento com as partes interessadas, até a obtenção de custos reduzidos através do uso responsável de materiais e práticas ambientalmente sensíveis sempre que possível (LEMOS, 2013).

Mediante a aplicabilidade de normas que unem um aumento nos lucros e uma redução nos impactos ambientais, podemos citar como exemplo uma lei, a qual as

organizações presentes no Brasil submetem-se. Recentemente, o país criou uma lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta permite o avanço do país no enfrentamento de seus principais problemas ambientais, sociais e econômicos, decorrentes da gestão inadequada dos resíduos, além de prever a prevenção e redução na geração de resíduos, propondo hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos que facilitem a reutilização, a reciclagem dos produtos e a destinação correta de seus dejetos. Responsabiliza os empresários pelos resíduos provenientes de suas fábricas e institui que eles elaborem seus próprios planos de gerenciamento de resíduos. Cria metas para a eliminação de lixões e inova na inclusão de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis tanto na logística reversa como na coleta seletiva (MMA, 2011).

A reutilização de materiais constitui uma saída interessante para a questão dos resíduos industriais. E, para explicar tal hipótese podemos citar como exemplo a reutilização da água no processo industrial.

Essa reutilização foi implantada, no Brasil, a partir do estabelecimento de uma outorga para os lançamentos de efluentes nos rios que se tornaram mais caras e restritivas, imposta pela lei 9.433 chamada de “Lei das Águas” e instituída em 1997. Essa lei estabelece cobrança pelo uso da água. O governo garantiu que as indústrias percebessem o quanto o reuso é vantajoso e buscassem soluções para a reutilização da água em seus processos produtivos.

As formas mais comuns de reuso da água “industrial”, segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), são:

- Reuso direto: o uso planejado da água, tratamento de esgoto ou captações industriais para o uso industrial.
- Reuso indireto: quando a água utilizada é tratada e despejada nos corpos hídricos para ser diluída, e captada novamente para o processo produtivo.
- Reciclagem interna: é a forma mais econômica do reuso industrial. Após o uso, a água é tratada dentro da indústria e reutilizada na própria produção

O consumo de água pela indústria é três vezes maior que o consumo doméstico. Logo, a redução e a boa utilização da água além de reduzir os custos, também o faz com os impactos ambientais. Desta maneira é possível perceber como a reutilização é vantajosa tanto para o meio ambiente quanto para a indústria. Pois, para esta última, ocorrerá uma redução nos custos de produção, uma vez que ocorre a queda nos custos

energéticos, matérias-primas e transporte, gerando maior eficiência nas empresas, além de todos os ganhos ambientais e sociais.

No caso do Amazonas, o tratamento dos resíduos industriais é uma questão importante para se atingir um padrão aceitável de ecoeficiência. Apesar de iniciativas para a elaboração de um inventário de resíduos por meio da recomendação nº 003/2001 do Ministério Público e do estudo da Agência de Cooperação Internacional do Japão – JICA voltado a propor soluções para a gestão dos resíduos no Polo Industrial de Manaus, a necessidade de estudos voltados a análise da relevância da reutilização dos resíduos é significativa para a investigação e elaboração de instrumentos de gestão ambiental que contribuam para uma melhor utilização dos recursos produtivos tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Isto posto, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar as implicações do reuso de materiais para a gestão dos resíduos no Polo Industrial de Manaus. De forma específica, será descrita a composição dos resíduos industriais do Polo, além de verificar as relações de simbiose industrial potenciais para incentivar o reuso.

No intuito de viabilizar os objetivos propostos, esta pesquisa parte de um método dedutivo com uma postura analítica perante as informações que serão levantadas. Isto posto, será realizada pesquisa bibliográfica e documental. Quanto a área de estudo, trabalhou-se com o Polo Industrial de Manaus – PIM, criado pela lei 3.173 de 6 de junho de 1957 e ampliada pelo decreto-lei 288 de 28 de fevereiro de 1967. Quanto aos dados, serão utilizadas informações oriundas do levantamento de resíduos industriais do PIM realizado pela agência de cooperação internacional do Japão – JICA.

Os resíduos industriais são todos aqueles resíduos originados de atividades industriais. São provenientes de processos químicos, petroquímicos, metalúrgicos etc. Eles são classificados, de acordo com a metodologia adotada pela JICA(2010), cuja classificação dos resíduos é uma versão simplificada da das categorias de resíduos industriais complexas conforme a resolução no 313 CONAMA e a norma ABNT NBR 10004, em:

- Resíduos industriais perigosos (RIP): compreende ácidos inorgânicos, orgânicos, alcalinos, compostos inorgânicos e orgânicos, materiais poliméricos, combustível, óleo e graxa, químico e biocidas finos, lodo de tratamento, cinzas do incinerador, produtos do controle de borra e poluição atmosférica, resíduos misturados, materiais perigosos do processo não -

produtivo (tubos fluorescentes, termômetro de mercúrio, pilas, pesticidas de uso doméstico, e etc.)

- Resíduos industriais não- perigosos (RINP): compreende resíduos de cozinha(incluindo restos de animais como osso, pele e pêlo), madeira, papel, plásticos ou polímeros e resinas, têxteis e fibras, óleo animal e vegetal, borrachas e couros, cinza/borra de termoelétricas movidas à carvão, metais e ligas de metais como alumínio, cobre e bronze, cerâmicas e vidros.

Por sua vez, as relações de simbiose industrial potenciais serão levantadas a partir da relevância de materiais utilizados em comum pelas principais atividades produtivas do PIM, conforme a metodologia de Neves (2013). Para tal, serão utilizadas informações secundárias contidas nas Tabelas de Recursos e Usos do Amazonas a preços básicos para o ano de 2006, que é um dos produtos do projeto “Relações Intersetoriais na Economia Amazonense” realizado por meio de um acordo de cooperação técnica entre a Suframa e a Universidade Federal do Amazonas – UFAM contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e do Governo do Estado do Amazonas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para poder exercer uma maior compreensão sobre os conceitos a serem abordados esta seção irá iniciar expondo a atual situação vigente que originou a necessidade de buscar alternativas para conciliar o crescimento econômico com a preservação ambiental. Diante disto insere-se a explicação do que consistiria o conceito de ecologia industrial e de que forma ela colaboraria para tal combinação. Mais adiante expor-se-á como os resíduos provenientes da produção são tratados atualmente e possíveis soluções para o gerenciamento dos mesmos.

2.1. Ecologia Industrial

A medida que o ser humano se desenvolve ele vem modificando a natureza. A mesma vem sendo alterada desde o surgimento do homem, com a construção de vilas e depois de cidades, até culminar na Primeira revolução industrial. A partir desta os seres humanos passaram a utilizar a energia proveniente dos combustíveis fósseis para combinar insumos e processos de produção e, assim, originar os bens (ou produtos).

Os bens são tudo aquilo que é produzido para a satisfação material. Sua produção é executada por trabalhadores em uma empresa. Os trabalhadores recebem um salário mensal que é capaz de satisfazer suas necessidades básicas e supérfluas por meio do consumo. O mesmo é responsável por gerar produção, emprego e renda na economia. É desta maneira que a atual sociedade capitalista opera: produzindo, consumindo e descartando. Logo, quanto mais uma sociedade se desenvolve maior é a sua produção, o seu consumo e mais resíduos ela produz.

Durante muito tempo os resíduos eram simplesmente descartados na natureza, cabendo a mesma a exclusiva tarefa de fornecer as matérias-primas, antes do processo produtivo e receber os resíduos após o consumo. Conforme os anos foram passando a ação do homem tornou-se ainda mais exploratória, a sociedade crescia desenfreadamente, demandando cada vez mais produtos e serviços. Em consequência disso a natureza, por possuir recursos limitados, não era capaz de responder a alta demanda de insumos e ao gerenciamento de grandes quantidades de resíduos dispostos em seu interior. Tal fato resultou em graves problemas que nos deparamos constantemente: a falta de água e de alimentos em muitos cantos do planeta, os terremotos, maremotos e o aquecimento global.

Diante disso busca-se uma solução que concilie a preservação do meio ambiente sem abandonar o crescimento econômico dos países. Neste âmbito insere-se o conceito de ecologia industrial (EI).

A ecologia industrial é um campo de pesquisa baseado no desenvolvimento sustentável, onde é possível combinar a produção industrial com o meio ambiente. Ela é industrial porque atenta para o design e para o processo produtivo do produto, e é ecológica, pois tem como base as relações sistêmicas que existem na natureza. (NEVES, 2013).

Segundo Graedel (2006) as relações sistêmicas se realizam da seguinte forma: para que os organismos cresçam é necessário água, luz solar e minerais. Após crescerem eles serão consumidos vivos ou mortos por outros seres vivos, depois do consumo geram-se os resíduos que se transformam em minerais e que serão utilizados pelos produtores iniciais, criando uma rede complexa onde tudo o que é produzido é consumido pelos integrantes desse processo. É desta maneira que o processo industrial deve ser visto: como uma parte dependente e inter-relacionada.

De acordo com Erkma (1997) apud Trevisan (2013) é assim que a ecologia industrial pode se tornar uma vantagem competitiva para a empresa. Pois a mesma terá ganhos na medida que consome tudo o que é produzido, inclusive os resíduos. E reutilizando os resíduos provenientes da produção a empresa torna seus subprodutos comercializáveis, auferindo lucros a estes.

Para melhor compreender e, posteriormente, aplicar a ecologia industrial às empresas, Isenmann (2003) voltou-se para as suas principais características:

- Sua perspectiva fundamental: tem a natureza como modelo
- Seu objetivo primordial: buscar a harmonia, o equilíbrio e a integração entre os sistemas ecológicos e industriais
- Sua definição de trabalho: uma ciência da sustentabilidade
- Seus objetivos principais de trabalho: produtos, processos, serviços e resíduos
- Ideia central: a busca pelo entrelaçamento dos sistemas

Em relação aos objetivos da Economia Industrial, Lowe (2001) apud Branco (2009) os descreve como sendo baseados nos três pilares do desenvolvimento sustentável: social, ambiental e econômico. Tais objetivos consistem em preservar o meio ambiente,

garantir uma melhor qualidade de vida para a sociedade e manter o crescimento econômico dos sistemas industriais e comerciais.

O caminho a ser trilhado para alcançar esses objetivos é composto por certos obstáculos. Segundo Erkman (2001) apud Branco (2009) a principal dificuldade a ser enfrentada é a reorganização do sistema industrial, para que o mesmo se assemelhe com um modo de operação compatível com o existente na natureza. A partir deste a autora aborda quatro desafios enfrentados pela EI:

- Resíduos e subprodutos devem ser explorados sistematicamente: da mesma forma que ocorre na natureza, onde tudo aquilo que é produzido é consumido, tudo o que for produzido na indústria deve ser reabsorvido pela mesma.
- Perdas decorrentes da dispersão devem ser minimizadas: os produtos devem ser desenvolvidos de uma forma que minimize seus efeitos danosos
- A energia deve depender menos de hidrocarbonetos fósseis: os combustíveis fósseis são os grandes causadores dos problemas ambientais. Neste item a autora defende um consumo mais responsável bem como a mudança para fontes de energia alternativas
- A economia deve ser desmaterializada: o objetivo aqui é diminuir os fluxos de matérias e energia a medida que os serviços são consumidos

Apesar destas dificuldades a aplicação da ecologia industrial traria muitos benefícios para a indústria, bem como para a sociedade em geral. Para FROSH e GALLOUPOLUS (1989) apud Branco (2009) os benefícios para as empresas seriam a minimização dos custos de produção e o alcance de benefícios ambientais. E, para a sociedade, seriam uma melhora nos padrões de vida sem sofrer as conseqüências oriundas da degradação ambiental.

2.2. O atual tratamento dado aos resíduos sólidos industriais

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) considera como resíduo sólido todo e qualquer resíduo contido na NBR número 10.004 de 2004:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, 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 tomem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.

Os resíduos se classificam, segundo a ABNT, de acordo com o seu grau de periculosidade:

- Classe I - Resíduos Perigosos: podendo ser inflamáveis, corrosivos, apresentar reatividade, toxidade ou patogenicidade. Compreende ácidos inorgânicos, orgânicos, alcalinos, compostos tóxicos, compostos inorgânicos, outros materiais orgânicos, produtos de borra e poluição atmosférica, materiais perigosos de uso não produtivo (tubos fluorescentes, termômetro) e etc.
- Classe II - Resíduos Não perigosos: compreende propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Inclui-se nesta classe: papel, papelão, matéria vegetal, rochas, tijolos, vidros, entre outros.

Em relação aos resíduos industriais, os mesmos se caracterizam como sendo aqueles oriundos de atividades produtivas, químicas, petroquímicas, industrial, alimentícia, entre outros. Devido a certas particularidades é inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água exijam para isso soluções técnicas ou inviáveis em função da melhor tecnologia disponível (Resolução CONAMA 313/2002).

Infelizmente não é dessa forma que os resíduos são despejados. Atualmente, grandes quantidades de resíduos são despejados em aterros sanitários, por conta das baixas taxas de descarte e a inexistência de uma lei que estabeleça a destruição dos resíduos.

Outra alternativa para a gestão de resíduos é a incineração. A própria empresa que origina o resíduo não é capaz de incinerá-lo logo é outra empresa especializada quem faz o serviço. No Brasil temos no total de 9 incineradores instalados: no Rio de Janeiro (duas unidades), São Paulo (uma unidade), Minas Gerais (três unidades), Paraná (três unidades).

Apesar de acabar totalmente com os resíduos a incineração emite substâncias tóxicas liberadas por incineradores, além de permitir a formação de produtos químicos durante o processo de combustão. (ZIGLIO, 2005).

2.3. Soluções sistêmicas para a gestão de resíduos

A completa destruição dos resíduos ou o simples despejo em aterros pode tornar inviável a possibilidade de explorar plenamente a essência do resíduo. Visto que, muitos desses resíduos poderiam ser reaproveitados em diversos processos produtivos de outros produtos. Para compreendermos de que maneira isso seria possível atentemos para a Análise do Ciclo de Vida (ACV) dos materiais.

A ACV é definida por Ferreira (2004) como a “compilação das entradas e saídas e dos potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida.” Ou seja, são todas as atividades de produção que um produto enfrenta desde a aquisição da matéria-prima até a deposição final. O autor ainda acrescenta que a partir da ACV é possível transferir os impactos ambientais de um meio para o outro. Por exemplo, é possível eliminar as emissões atmosféricas com o aumento de emissões de efluentes líquidos.

Além da Análise do Ciclo de Vida, como alternativa na redução dos resíduos, temos na economia circular uma valiosa ferramenta para o gerenciamento dos mesmos, pois a mesma substitui o conceito de “fim-de-vida” dos produtos, reutilizando os resíduos provenientes da produção, eliminando os produtos químicos tóxicos e atentando para o uso de energias alternativas.

Associado ao conceito de economia circular é possível inserir a simbiose industrial. Esta é explicitada por Neves (2013) como sendo uma rede de empresas que trocam produtos ou partes de produtos entre si, de maneira a obter vantagens no aproveitamento dos mesmos. Além de reduzir os resíduos, tratando-os da maneira mais eficaz possível.

Uma forma de contemplar a simbiose industrial na prática são os Ecoparques Industriais. De acordo com Lowe (1998) apud Neves (2011) um EIP é uma comunidade de empresas, situadas no mesmo local, que se ajudam e compartilham da melhor maneira os seus recursos: água, energia, insumos e informações. Tal ação leva a ganhos econômicos para as próprias empresas e para a população. Os ganhos referentes a primeira são: a redução de custo de produção, a eficiência energética, reuso de materiais e a maior competitividade de seus produtos. Os benefícios para a população são inúmeros, entre eles estão a redução da poluição e o aumento das oportunidades de emprego.

Segundo Branco (2009) os ecoparques não são apenas manobras de redução do impacto ambiental por meio do aumento da eficiência no uso dos recursos materiais e

energéticos. Objetiva-se uma transformação real do sistema industrial intimamente ligada a ideia de sustentabilidade ambiental, econômica e social.

3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

No capítulo anterior contemplamos os principais conceitos e ferramentas presentes na ecologia industrial. Agora, serão abordadas as principais normas ambientais existentes que, em comunhão com o referido conceito, possibilitam a preservação ambiental sem abandonar o crescimento econômico. No intuito de alcançar tal aspiração, busca-se no presente capítulo salientar as normas que as empresas devem acatar para estarem de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, este capítulo está estruturado da seguinte maneira: iniciaremos abordando a primeira lei ambiental imposta no Brasil, seguida das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente, após isso discutiremos um pouco sobre os sistemas de gestão ambiental, depois será exposto o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, finalizando com o inventário nacional de resíduos sólidos.

3.1. A primeira lei ambiental brasileira

A primeira lei brasileira que retrata a preocupação com o meio ambiente foi a lei nº 6938 de 31 de agosto de 1981. Ela foi uma ação do governo para manter o equilíbrio ecológico, que deve ser assegurado e protegido. A mesma tem como principais objetivos :

- Combinar o crescimento econômico com a preservação ambiental
- Definir áreas prioritárias para a ação do governo relativas a qualidade e ao equilíbrio ecológico
- Estabelece padrões e critérios para o uso e manejo de recursos ambientais
- Preserva e restaura os recursos naturais para a sua utilização racional e disponibilidade permanente
- Impõe ao poluidor a tarefa de recuperar ou indenizar os danos causados a natureza, e ao usuário a contribuição por utilizar os recursos naturais para fins econômicos

Partindo de tais objetivos, essa lei estabelece a política nacional do meio ambiente, sua finalidade, como ela é formulada e aplicada. Nela encontramos os conceitos de meio ambiente, degradação ambiental, poluição, poluidor e recursos ambientais. Além disso, ela constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

O SISNAMA é formado por órgãos e entidades da União, Estados, Distrito Federal e Municípios que são responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. Dentro dele encontramos o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que é executado pelo IBAMA e o Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade.

3.2. O CONAMA e as suas resoluções

O CONAMA é um órgão consultivo e deliberativo que tem como principal tarefa estudar, assessorar e propor ao conselho do governo as diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais, além de assegurar que normas e padrões sejam compatíveis com um meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial a sadia qualidade de vida. O órgão executa tais tarefas a partir das suas competências (neste trabalho citaremos apenas duas que são as que mais tem a ver com o tema proposto) :

- Estabelece normas e critérios para a execução de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, concedidas pelo Estado e sob a supervisão do IBAMA
- Determina, quando necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais oriundas de execução de qualquer projeto público ou privado. Bem como de qualquer informação que seja indispensável para analisar tais estudos e de seus respectivos relatórios, caso seja executada alguma obra ou atividade de grande significância ambiental e que seja realizada nas áreas de patrimônio nacional.

Para executar as suas competências o Conselho tem nos seus atos a sua principal ferramenta. Os mesmos baseam-se em: moções, recomendações, proposições, decisões e as resoluções. As moções tratam de manifestações relacionadas ao meio ambiente. As recomendações atentam para as manifestações acerca da implementação de políticas, programas públicos e normas que repercutem a questão ambiental. As proposições analisam as questões ambientais vigentes e as encaminham ao Conselho de Governo. As decisões examinam as multas e penalidades impostas pelo IBAMA, em última instância administrativa e grau de recurso, a partir da deliberação da Câmara Especial Recursal (CER). E as resoluções consistem em diretrizes, normas técnicas e padrões relativos a preservação ambiental, sendo o principal ato explicitado no presente trabalho.

São inúmeras as resoluções do CONAMA, elas abrangem desde o controle resultante da poluição de cana-de-açúcar até mesmo a criação de um programa de poluição do ar por parte dos veículos automotores. Devido a temática já exposta nesse trabalho, foram escolhidas duas resoluções para serem analisadas: a 313/02 e a 452/12. A primeira atenta para a elaboração de um inventário dos resíduos sólidos e a segunda volta-se para a importação de resíduos sólidos.

Resolução CONAMA nº 313/02

A resolução nº 313 disponibiliza sobre a implementação de um inventário de resíduos sólidos industriais. Segundo ela, os resíduos industriais serão objeto de controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental.

Diante disso inserem-se os conceitos de resíduo sólido industrial e Inventário Nacional de Resíduos Sólidos, respectivamente. O resíduo sólido industrial é todo resíduo que tenha sua origem em atividades industriais nos aspectos: sólido, líquido e gasoso. Insere-se aqui os lodos oriundos do sistema de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição. Quanto ao Inventário de Resíduos Sólidos, o mesmo é definido como um conjunto de informações referentes as diversas etapas em que o produto passa, desde a sua geração até a disposição final.

A partir do artigo 7º dessa resolução passa a ser tarefa do IBAMA e dos órgãos estaduais a elaboração dos Programas Estaduais de Gerenciamento de Resíduos industriais, em até três após essa publicação, e a elaboração de um Programa Nacional de Resíduos Sólidos, que também que passaram a ser contados quatro anos após a publicação desta resolução.

No que se refere as indústrias, o artigo 8º decreta que é dever das mesmas registrar e manter em sua unidade os dados referentes a geração e destinação dos resíduos gerados para a elaboração do Inventário Nacional de Resíduos Industriais.

Resolução CONAMA nº 452/12

A resolução número 452/12 dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção de Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e de Depósito.

A mesma defende que as transferências de resíduos perigosos e outros resíduos seja reduzida, em concordância com a administração ambientalmente saudável, e que tenha como objetivo proteger o meio ambiente e a saúde da população.

A presente Resolução apresenta certos conceitos fundamentais para o sucesso do controle das importações. Entre esses conceitos dois já foram abordados anteriormente na pesquisa: os resíduos perigosos e os não perigosos. Além desses, é necessário abordar mais alguns, tais como:

- Outros resíduos : são aqueles resíduos coletados nas casas ou resultantes de sua incineração
- Rejeitos: são resíduos sólidos, que depois de esgotadas todas as suas possibilidades de reaproveitamento, tendo como única alternativa o despejo final ambientalmente adequado
- Resíduos Controlados: são aqueles sobre o controle do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e sujeitos a restrição de importação
- Destinador de Resíduos: pessoa física ou jurídica que exerce atividades de destinação final adequada dos resíduos sólidos
- Reciclagem: processo de transformação do resíduo sólido, onde serão alteradas as suas propriedades físicas, biológicas e químicas para originar um novo produto ou insumo
- Importadores de Resíduos: “são os destinadores de resíduos ou os terceirizados por ele contratados”

Diante de tais conceitos, e de acordo com o Art 3º é proibida a importação de *Resíduos Perigosos*. Além desse, o Art. 4º também determina que é proibida a importação dos resíduos definidos como *Outros Resíduos*.

De acordo com o Art 7º, dessa resolução, a importação de resíduos controlados só é permitida se for exercida por um Destinador de Resíduos para reciclagem, em instalações devidamente licenciadas para tal fim, após a autorização do IBAMA.

Neste aspecto podemos perceber, a partir das resoluções explicitadas, alguns dos principais conceitos necessários para a compreensão do tema apresentado, rejeitos e reciclagem, e o que é necessário para elaborar um inventário sobre os resíduos sólidos. Nesse sentido é notável o cuidado que o CONAMA tem com os resíduos e com o destino dos mesmos. Diante disso, existem certificações que fundamentam essas preocupações, como as ISO 14000, que serão abordadas a seguir.

3.3. ISO 14000

A ISO (International Standardization Organization) foi fundada em 1947, na Suíça. É uma organização que tem por finalidade promover normas representativas (séries) que traduzem acordos entre os países. A ISO 14000 é um conjunto de normas voltadas para padronizar a gestão ambiental das empresas. Ela tem como objetivo a busca da melhoria da qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho, de qualquer empresa pública ou privada.

Essa série abrange seis grupos de normas, onde cada uma delas é responsável por um assunto específico:

- ISO 14001: consiste no Sistema de Gestão Ambiental (SGA), é a única norma que as empresas adotam
- ISO 14004: trata do SGA, atentando para o suporte de gestão interna ambiental
- ISO 14010: norma voltada para as auditorias ambientais. São elas que revelam os compromissos estabelecidos entre as empresas e o SGA.
- ISO 14031: norma voltada para o desempenho individual. Estabelece as diretrizes necessárias para assegurar a definição do desempenho ambiental de uma empresa, para dessa forma assegurar o SGA
- ISO 14020: normas voltadas para a Rotulagem Ambiental. Ou seja, os produtos transmitirão, em suas embalagens, suas características ambientais
- ISO 14040: normas voltadas a análise do ciclo de vida dos produtos (ACV). Ela é responsável por analisar o impacto que o produto causa, desde a extração de sua matéria-prima até a sua disposição final no ambiente.

Para entendermos melhor de que maneira as ISO contribuem para as empresas, serão analisados, respectivamente, os sistemas de gestão utilizados nas ISO 14001 e 14040.

A ISO 14001 e os benefícios para as empresas

A ISO 14001 estabelece os requisitos para implementar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Um SGA é uma estrutura desenvolvida para que a empresa continue a operar, obtendo lucros, e passe a controlar seus impactos ambientais. Esse controle é exercido pela série ISO 14001 a partir da gestão de uso e da disposição de recursos. Dessa forma é possível melhorar o desempenho da empresa, reduzindo os riscos e o custo.

De maneira a alcançar tais objetivos, esta série utiliza-se desses principais elementos: política ambiental, planejamento, implementação, medição e avaliação; e análise crítica e melhoria. O primeiro elemento corresponde a primeira fase, onde a organização definirá uma política ambiental e assegura o seu comprometimento com ela. Após essa fase virá o planejamento, onde será formulado um plano que satisfaça a política escolhida. O terceiro elemento corresponde a terceira fase, em que o plano escolhido pela organização é colocado em ação. O quarto elemento atenta para o monitoramento e a avaliação do desempenho ambiental, comparado com os objetivos e metas definidos anteriormente. E, por fim, o último elemento realiza uma análise crítica,

mantendo o que deu certo e corrigindo o que se faz necessário, implementando assim melhorias em seu SGA.

Partindo de tais princípios é notável a existência de um diferencial nas empresas que adotam a série ISO 14001. Nessas empresas percebe-se a busca constante por maneiras de operar sem prejudicar o meio ambiente. Isso as faz estar sempre atualizada em relação as normas e critérios que condizem com as políticas ambientais, evitando multas ou até mesmo publicidade negativa. No âmbito corporativo a empresa passa a conscientizar os seus trabalhadores sem deixar de atender a exigência dos clientes com relação a consumirem produtos fabricados sem prejudicar o meio ambiente. Diante disso, muitas empresas localizadas em países desenvolvidos ou em desenvolvimento comprovam a eficácia desse sistema de gestão, seja em relação a sua imagem no mercado ou até mesmo no nível operacional .

No caso do âmbito operacional, a empresa passa a promover uma melhor utilização dos materiais, criando produtos “verdes” ou processos exercidos de maneira mais limpa ou “ecoeficiente”, atentando desde a extração da matéria prima até o despejo final de resíduos de alta periculosidade ou efluentes. Esse “caminho” no qual o produto percorre é melhor explicitado quando se considera a análise do ciclo de vida, que é o instrumento fundamental da ISO 14040, abordada a seguir.

ISO 14040 - Análise do ciclo de vida (ACV)

O meio ambiente não era de grande importância para as pessoas até a primeira crise do petróleo . Após ela a sociedade passou a se preocupar com a possibilidade dos recursos naturais, especialmente os combustíveis fósseis, acabarem e junto com eles todo o progresso e desenvolvimento econômico.

Diante disso a preocupação em preservar os recursos naturais passou a fazer parte de inúmeras discussões, ocupando a pauta de congressos e conferências e iniciando, assim muitos estudos sobre como preservar o meio ambiente sem prejudicar o crescimento econômico das nações. É nesses aspectos que a análise do ciclo de vida se insere como uma das alternativas para aliar preservação ambiental e desenvolvimento econômico.

A análise do ciclo de vida (ACV) faz uma avaliação rigorosa do impacto ambiental causado por todas as etapas do processo produtivo. O fato de mesmo, por si só originar resíduos em seu processo de fabricação implica em uma ineficiência do processo produtivo. Logo o ACV entraria como uma alternativa para identificar os pontos críticos onde a performance ambiental do produto poderia ser melhorada. SANTOS(2005) explicita isto , destacando que:

O fato do ACV fornecer uma análise quantitativa dos fluxos de materiais e energia é de particular importância no estabelecimento dos objetivos e metas, que irão ajudar companhias conscientes a aproveitar seus recursos materiais e reduzir os impactos de seus produtos e serviços de maneira efetiva. (SANTOS, 2005, p. 86)

Para realizar a análise quantitativa a ACV utiliza-se de três elementos fundamentais: a unidade funcional, as fronteiras do sistema e a alocação. O primeiro é a unidade de medida do estudo. Ela deve ser mensurável e bem definida, pois todas as entradas e saídas da ACV serão relacionadas a ela .

O segundo elemento, fronteiras do sistema, institui os limites do estudo, designando todos os sistemas a serem abordados. As fronteiras devem ser determinadas em várias dimensões, compreendendo desde aquelas relacionadas aos sistemas naturais, as fronteiras geográficas e temporais, culminando nas fronteiras dentro dos sistemas técnico de ACV de outros produtos.

No último elemento, a alocação, os ACVs de produtos diferentes(por exemplo queijo e leite) estão interligados. Caso essa situação ocorra é recomendável que a fronteira do sistema seja expandida ou o nível de detalhes do ciclo de vida dos produtos seja ampliado. Se nenhuma destas alternativas for viável é necessário aplicar um método de alocação que divide a carga ambiental para os dois produtos. A divisão é feita baseada em :

- *Alocação física:* todas as modificações quantitativas nos produtos são relacionadas a entradas e saídas do sistema
- *Alocação econômica:* baseia-se no valor de mercado do produto, sendo reflexo de seus preços relativos. É a mais adotada pois o alto valor do produto é o incentivo a sua produção

Tais elementos são essenciais para a execução da análise de ciclo de vida. Seus estudos compreendem a extração da matéria – prima, a fabricação do produto, a utilização e o descarte. Estas são definidas a partir das seguintes etapas: definição do objetivo e escopo, levantamento do inventário, levantamento do impacto do ciclo de vida (AICV) e a interpretação dos dados. As mesmas serão mais bem explicitadas adiante.

1ª - Definição do objetivo e escopo

Na primeira fase será exposto o porquê é necessário fazer um ACV de determinado produto, a quem ele se dirigirá e como serão anunciados os resultados. É nesta fase que se definirá a unidade funcional e as possíveis barreiras que serão encontradas.

2ª – Análise do Inventário

É criado um fluxograma do sistema do produto que esta sendo estudado, de maneira que suas atividades sejam bem definidas. Ferreira (2004) aborda que:

Na metodologia ACV “cradle to grave” as entradas e saídas em cada processo não são consideradas desde o ponto em que são extraídos os recursos da natureza, sendo as saídas seguidas até a descarga final de resíduos no ambiente. (Ferreira, 2004; Assies,1992; Tibor,1996)

Entretanto é quase impossível quantificar todas as entradas e saídas. Logo é preciso selecionar os processos a serem incluídos no sistema. Nesse sentido, é permitido pelo workshop de Leiden, omitir aqueles componentes que contribuam com menos de 1% do produto total. As exceções a essa regra se aplicam a substâncias tóxicas e a recursos escassos. Existem vários fatores que estabelecem os limites do sistema, tais como a aplicabilidade do estudo e a restrição dos dados. Após a avaliação dos dados, as cargas ambientais serão calculadas e associadas a unidade funcional

3ª Análise do impacto do ciclo de vida(AICV)

Nesta fase os dados que foram compilados na etapa anterior são interpretados nos termos dos impactos ambientais. Muitos estudos se encerram aqui, visto que esta é a última etapa obrigatória.

A AICV se divide em classificação e caracterização. Na primeira os resultados do inventário são associados as categorias de impacto.

Para os elementos que afetarão apenas uma categoria de impacto terão como procedimento a atribuição. Já aqueles elementos que se associam a duas ou mais categorias de impacto diferentes, os procedimentos a serem realizados são os seguintes:

- Mecanismo paralelo : o efeito do impacto em uma categoria depende do efeito em outra categoria. Afeta uma determinada porção dos resultados referentes a categorias de impacto que ele contribuem
- Mecanismo série: o efeito do impacto em uma categoria é independente ao impacto em outra. Este mecanismo afeta todos os resultados referentes as suas respectivas categorias de impacto.

O resultado do impacto nas categorias é a ferramenta de caracterização. É ela que calcula os resultados dos indicadores de categoria. Nesta etapa utiliza-se o fator de caracterização, de maneira que se possa calcular os valores dos indicadores para cada categoria de impacto. A estrutura matemática do indicador é a seguinte :

$$S_j = \sum_i Q_{ij} \times M_i$$

Onde :

S_j: expressa o resultado do impacto na categoria. *Q_{ij}*: representa o fator de caracterização que liga a carga ambiental com a categoria de impacto. *M_i*: representa a quantidade de carga ambiental tipo *i*, geralmente ela é uma massa expressa em kg

Após a mensuração dos valores a partir do fator de caracterização, o cálculo dos resultados ocorrerá em duas fases. Na primeira os resultados do inventário são convertidos em unidades comuns. Depois disso, os resultados do inventario serão

convertidos nos resultados do indicador. Em seguida, os parâmetros serão somados para se obter o resultado da categoria de impacto.

4ª Interpretação

É a última fase, onde é feito um resumo dos resultados da análise do inventário e do impacto nas categorias. A partir dela são elaboradas as conclusões e recomendações, que devem estar de acordo com os objetivos relatados na primeira fase.

As fases anteriores fundamentam a base da análise do ciclo de vida. Elas são utilizadas para quantificar cada etapa de estudo, possibilitando alcançar os objetivos estabelecidos e sendo utilizadas muitas vezes como instrumento de gerenciamento integrado de resíduos sólidos (GIRS). Tal aplicação é melhor explicitada por Coltro(2007) :

A ACV gera dados para orientar o GIRS, listando o consumo de energia e de emissões para o ar, água e solo e prevendo a quantidade de produtos utilizáveis que podem ser gerados a partir do resíduo sólido como, por exemplo, composto orgânico, materiais secundários para reciclagem mecânica e energia utilizáveis. (Queiroz e Garcia, 2007, p.66)

A utilização da ACV como ferramenta de gerenciamento integrado de resíduos sólidos é feita de acordo com o produto, ou seja, sua função, suas características físicas e biológicas e sua disposição final. No caso desta última, devem ser considerados a forma de coleta, a distância percorrida pelos caminhões coletores bem como a sua disposição final. No local da deposição dos resíduos deve-se estimar as emissões para o meio ambiente, as condições do aterro, se há queima de gases ou não, além do reaproveitamento de material orgânico pela compostagem.

Desta maneira é notável a relevância da ACV para o gerenciamento de resíduos, pois a mesma quantifica cada processo e emissão influenciando na tomada de decisão da empresa ou instituição, possibilitando que a mesma depre-se com um leque de possibilidades para o melhoramento do sistema além de tornar mais didática a cadeia produtiva de maneira a esclarecer para a população o impacto que o resíduos tem no meio ambiente.

Para tanto, a análise do ciclo de vida obedece as especificidades de cada resíduo e a maneira como eles são coletados em cada país, obedecendo as leis que irão defini-los. Dentro dessas encontramos uma lei essencial para a melhor gestão dos resíduos sólidos, sejam industriais ou até mesmo domésticos, a lei número 12.305 de 2010, que institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Que será o assunto abordado a seguir .

3.4. Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A lei número 12.305 de 2 de agosto de 2010 foi adotada pelo governo federal e institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Ela inclui seus princípios, objetivos e instrumentos. Essa lei determina a melhor forma de gestão dos resíduos diante de seus gestores, sejam eles órgão público ou privado. Bem como define os principais conceitos relacionados ao tratamento dos resíduos.

Para a melhor compreensão do que viria a ser o plano, é necessário analisar uma série de conceitos abordados no documento. No entanto, devido a temática escolhida nesse artigo, foram selecionados apenas aqueles conceitos restritos ao tema:

- *Ciclo de vida* : é a “vida” do produto. Inicia-se com a extração da matéria-prima, depois esta passará por inúmeros processos onde o produto será fabricado, depois disso depararemos com o consumo do mesmo e o seu posterior despejo final.
- *Coleta seletiva*: é a coleta dos resíduos, onde o mesmo serão separados de acordo com a sua constituição e composição
- *Disposição final ambientalmente adequada*: os resíduos serão depositados em aterros, obedecendo normas operacionais específicas, evitando danos a saúde pública ou ao meio ambiente
- *Gerenciamento de resíduos sólidos*: conjunto de ações feitas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e disposição final dos resíduos de acordo com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos
- *Padrões sustentáveis de produção e consumo*: produção e consumo de bens e serviços para atender as necessidades diárias da geração atual, sem o comprometimento do bem-estar da geração futura e nem do meio ambiente
- *Logística reversa*: é um instrumento de desenvolvimento social e econômico, onde os resíduos sólidos serão coletados e restituídos as empresas. Dessa forma eles serão reaproveitados em seu ciclo produtivo ou irão ter uma destinação ambientalmente adequada.

A partir de tais conceitos é possível compreender os princípios do PNRS. Vários são os princípios do plano e para facilitar a compreensão agrupamos os mesmos em duas palavras: prevenção e precaução. A primeira consiste no cuidado com o ciclo de vida do produtos, parte do pressuposto de que a melhor gestão dos resíduos depende da integração entre as esferas social, econômica, tecnológica e cultural, além de responsabilizar o poluidor –pagador e o protetor receptor. A precaução compreende o desenvolvimento sustentável, a colaboração dos diversos agentes da economia, o direito a todos terem acesso a informação e o respeito as diferenças locais e regionais.

Partindo de tais princípios é possível alcançar os objetivos propostos no plano. Eles consistem na produção e consumo, feitos sobre padrões sustentáveis, aliado a uma tecnologia mais limpa para assim reduzir os impactos ambientais. Além da na geração, redução, reuso e descarte dos resíduos e despejo final ambientalmente adequada.

Para alcançar tais objetivos o PNRS utiliza-se,principalmente, dos seguintes instrumentos: coleta seletiva,plano de resíduos,o incentivo a criação de cooperativas ou associação de catadores de materiais recicláveis, o sistema declaratório de resíduos sólidos e o inventario de resíduos sólidos. Este ultimo instrumento será explicitado na seção seguinte.

3.5. Inventario Nacional de Resíduos Sólidos Industriais

O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos foi estabelecido pela Resolução CONAMA 313/02. Seu principal objetivo é obter as informações sobre coleta,tratamento,armazenamento,características, transporte e destinação final dos resíduos sólidos, a partir de determinadas empresas do parque industrial brasileiro.

Para ilustrar de que maneira ele é elaborado analisaremos o inventário nacional etapa Rio Grande do Sul que foi realizado em 2002. Para tanto foram coletadas informações de empresas de porte pequeno,médio,grande e excepcional. E cujos ramos de atuação foram estabelecidos pela resolução 313/02, incluindo os setores de papel e celulose,lavanderia industrial,minerais não metálicos e têxtil, para que dessa forma fossem assim representadas as principais atividades do Rio Grande do Sul.

O inventário foi elaborado da seguinte forma: as 1707 empresas inventariadas recebiam um formulário para a coleta de informações. A partir das informações obtidas e da análise dos resultados foi possível notar que os maiores geradores de resíduos sólidos industriais são as empresas de porte excepcional (43%), seguida das de porte grande (29%) e médio (24%).

No que concerne a geração de resíduos por município do RS, os maiores geradores de resíduos sólidos industriais perigosos foram os municípios de Estância Velha,Novo Hamburgo e Portão. Isso ocorre pois os municípios citados abrigam um enorme contingente de empresas do setor industrial coureiro calçadista, visto que o mesmo é o setor que mais origina resíduos perigosos dentre todos os inventariados. Quanto a destinação final, as industrias depositam grande parte dos seus resíduos em aterros sanitários próprios ou de terceiros.

A partir de tais informações conclui-se que aqueles setores e portes que estavam presentes em territórios onde a fiscalização e o controle estadual eram mais atuantes tendiam a apresentar uma melhor gestão e disposição final dos resíduos. Outra conclusão importante foi a falta de conhecimento das empresas de pequeno porte acerca de suas responsabilidades como geradoras de resíduos. Elas apresentam uma grande dificuldade na gestão dos resíduos por conta dos altos custos de armazenamento,tratamento e transporte. Este fato e até mesmo a pouca quantidade de resíduo gerado leva as empresas a entregarem os seus rejeitos a sucateiros intermediários que não dão aos resíduos a destinação final adequada.

Diante disso, analisaremos no capítulo seguinte de que maneira as políticas de gestão de resíduos se aplicam as empresas. Para tanto exporemos a seguir algumas evidencias empíricas que atendem a tais normas.

4. REUSO INDUSTRIAL: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

No capítulo anterior deparamo-nos com várias normas e diretrizes referentes ao tratamento dado aos resíduos sólidos industriais. Tais normas servem de base para diversas alternativas referentes ao gerenciamento dos resíduos, que podem consistir na análise do ciclo de vida, na simbiose industrial e no reuso industrial.

Sabendo que o reuso consiste na reutilização de materiais e que os instrumentos de gestão consistem na legislação abordada anteriormente e no sistema de gestão ambiental (SGA), é de suma importância que se verifique a forma como estas variáveis são aplicadas em casos reais, ou seja evidências empíricas. Diante disso o capítulo está estruturado da seguinte maneira: primeiramente será abordada a evidência que retrata o reuso aplicado a indústria de transformação situada em João Pessoa; em seguida será analisado o reaproveitamento dos resíduos industriais a partir do cálculo de necessidades especiais; por sua vez, a terceira evidência abordará as práticas de gestão ambiental aplicadas a uma empresa da indústria de transformação do plástico e a última evidência abordará uma empresa brasileira cuja produção é, predominantemente, realizada a partir de resíduos de outras empresas. E, para finalizar, será feita uma análise conjunta de tais experiências, verificando onde elas poderiam melhorar para ter completo sucesso.

4.1. O reuso aplicado a indústria de transformação de João Pessoa

O reuso de resíduos industriais foi sucintamente explicitado por Silva (2004) em seu trabalho “*Estudo do Reaproveitamento dos resíduos sólidos industriais na região de João Pessoa*”. Sua pesquisa tinha como principal objetivo estudar o reaproveitamento de resíduos sólidos industriais na região de João Pessoa. Para tanto a autora utilizou-se de uma amostra de 120 empresas da indústria de transformação presentes nessa região. Para essas foi proposto um questionário com informações gerais da empresa, seus resíduos sólidos, a maneira como era feita a coleta, além de se verificar se os resíduos eram reaproveitados ou reciclados.

Do total da amostra, apenas 44 empresas contribuíram com a pesquisa. Nestas, observou-se que apenas 86,38% das empresas afirmaram separar seus resíduos, no entanto 72,73% delas não possui plano de gerenciamento de resíduos sólidos, além disso 90,9% das empresas não realizam os tratamentos necessários para os seus resíduos. No entanto o reaproveitamento é realizado em 63,6% das indústrias pesquisadas .

O reuso pode ser observado nos segmentos industriais de alimento, têxtil e de produtos químicos, respectivamente. Em primeiro lugar, uma das formas de reaproveitamento utilizada no primeiro segmento é o de caroço e casca . Na indústria produtora de polpas de frutas as cascas provenientes da produção são reaproveitadas na alimentação do gado ou para adubo.

O segundo segmento, referente a indústria têxtil, atenta para o reaproveitamento do pó de algodão e o retalho de malha. O primeiro pertence ao composto alimentício de animais e o outro, é relativo a doação tanto para a confecção de bonecas como para a de colchas de retalhos. Ademais a busca por resíduos provenientes de tal segmento é

intensa, resíduos como estopas, fios brancos e produtos danificados estão entre os mais procurados.

E, finalmente, o ultimo segmento refere-se ao reaproveitamento de resíduos provenientes de processos químicos. Este se dá, por exemplo, por aparas de barbante e sobras de parafina que quando não são lançados nas proximidades da empresa, são vendidos para serem utilizados em churrasqueiras. Isso ocorre pois tal material facilita a combustão com a churrasqueira.

Além desses constatou-se que dentre os resíduos produzidos na região estabelecida aqueles que são mais reaproveitados são os recipientes de vidro, papel, papelão, plástico, palete, bambonas e tambores de metal ou plástico. A autora conclui que é notável os diversos caminhos de reaproveitamento dentro da industria, onde todos eles levarão a redução dos custos ou a diminuição do desperdício. Além disso origina-se uma economia de 10 a 20% para a empresa que adota essa ferramenta, bem como acarreta benefícios diretos para a população e para o meio ambiente .

Tais benefícios também foram observados por Hamzagic e Francischini(2006) , cuja pesquisa será analisa a seguir

4.2. O reuso industrial a partir do cálculo de necessidades especiais

Em seu trabalho intitulado “*Retroalimentação e cálculo das necessidades de materiais: um procedimento para o reaproveitamento dos resíduos industriais*” , Hamzagic e Francischini (2006) apresentaram uma forma de reaproveitamento dos resíduos sólidos industriais a partir de um procedimento baseado no fluxo de retorno. Para tanto, os autores utilizaram-se do cálculo de necessidades especiais de materiais, que se baseia em acordos comerciais entre empresas clientes e fornecedoras.

Para isso os autores analisaram o fluxo atual e o descarte de resíduos de aço, provenientes de uma montadora de veículos, e os de papelão. Quanto ao primeiro, observou-se um alto volume de resíduos caracterizados em :retalhos cortados, graxas, óleos, estopas e EPIs usados, provenientes do processo produtivo. O mesmo é explicitado da seguinte maneira:

O aço é recebido na Montadora em bombinas ou em “blanques”(chapas previamente cortadas).Quando os “blanques” são recebidos, seguem diretamente para as prensas. Após as prensas terem estampado as chapas na forma de lataria do veículos, estas novas peças são levadas para outras áreas de produção onde robôs em cabinas de solda dão a forma final do veículo, unindo assim as peças prensadas (HAMZAGIC E FRANCISCHINI, 2006,p. 3)

Após o processo de produção os resíduos que foram gerados serão vendidos ou devolvidos ao seu fornecedor visando o seu reaproveitamento ou sua transformação.

Ademais os autores ainda afirmam que, quando os blanques são prensados, ocorre a geração de resíduos que serão posteriormente descartados, pois o preço pago por eles é tão inferior quanto a sua geração. Uma alternativa encontrada no trabalho consiste em seu reaproveitamento como matéria-prima para outra autopeça de aço de outro fornecedor.

O reaproveitamento também é analisado em uma indústria de papelão, situada na cidade de Recife, Pernambuco. A mesma é fornecedora de embalagens para certas autopeças que são produzidas na Montadora, explicitada anteriormente. Como a montadora é distante 3000 km do fornecedor de embalagem, o mesmo passou a usar um Armazém nas proximidades da montadora. Nele os produtos chegam e são transportados em embalagens retornáveis até o cliente. Após isso, as embalagens retornam para a empresa, em Recife, onde serão utilizadas de novo. Nesse processo as embalagens passarão a ser utilizadas de 6 a 8 viagens, para depois serem depositadas como resíduo.

Apesar das iniciativas de reuso abordadas nas duas empresas, o mesmo não é suficiente para reaproveitar completamente o resíduo. De maneira a alcançar a solução para tal problema os autores abordaram o cálculo de necessidades especiais como alternativa para sanar essa complicação.

O cálculo é executado da seguinte forma: quando a matéria prima passa pelo processo de transformação, no cliente, ela vai aos poucos originando resíduos que serão aproveitados pelo fornecedor para a elaboração de quantidades cada vez maiores dessa mesma matéria. O ponto de início do fluxo produtivo atual, será o ponto final do fluxo reverso fazendo o sistema ser retroalimentado: o volume de resíduos será proporcional ao volume da matéria prima produzida, sendo este último o pontapé inicial do início da produção.

Dessa forma será possível que o resíduo retorne, automaticamente, sistematizado, atrelado ao cálculo das necessidades especiais (MRF) do fornecedor, podendo ser avaliado a partir da estrutura de uso do cliente. Nesse ponto os autores afirmam que :

A adequação da estrutura de uso ou Bill of Material do produto final que é vendido para o cliente, mas esta cadastrado no Cálculo de Necessidades de Materiais (MRF) do fornecedor, pode receber em sua estrutura a informação destes resíduos e assim processar automaticamente os volumes programando seu aproveitamento que sistematicamente é efetuado. (HAMZAGIC E FRANCISCHINI, 2006, p. 5)

Após explicitar de que maneira o cálculo ocorre, o mesmo foi aplicado nas duas indústrias anteriormente citadas. No que se refere a Montadora as partes residuais provenientes do processo de estamparia são cadastradas no Cálculo de necessidades materiais do fornecedor de outras peças menores que irá receber automaticamente os resíduos em sua empresa, que se transformarão em outra matéria prima, para o mesmo veículo. Já a indústria de papelão teria os seus resíduos entregues ao fornecedor para que o mesmo os use em seu processo produtivo.

Daí em diante os autores projetam os possíveis resultados a serem obtidos “a classificação do nível de processamento e reprocessamento dos resíduos, quanto a periculosidade dos resíduos, redução de custos e insumos e a sincronização da cadeia de suprimentos tradicional” (HAMZAGIC ;FRANCISCHINI, 2006, p.7). Portanto, os autores concluem que é realmente possível reaproveitar os resíduos, desde que o mesmo esteja de acordo com a cadeia produtiva em que se inserem e que seja executado de maneira sistematizada.

O reaproveitamento de resíduos a partir de um processo sistematizado constitui uma importante ferramenta para a gestão de tais resíduos. A gestão ambiental, abordada no capítulo anterior, acata certas certificações que quando seguidas ao “pé da letra” implicam em incontáveis ganhos para as empresas. A seguir analisaremos de que maneira o SGA é realmente aplicado em uma empresa do setor de transformação de plástico.

4.3. As ferramentas de gestão ambiental aplicadas no setor de transformação do plástico

Com seu trabalho “ *Análise das práticas ambientais de uma empresa do setor de transformação de plástico*” Shreiber et al(2013) buscaram avaliar de que maneira as praticas ambientais, implementadas na indústria gaúcha do setor de transformação de plástico, influenciaram seu ambiente organizacional. O estudo foi feito a partir de uma visão externa dos pesquisadores, sem envolvimento ou manipulação de quaisquer informação. Desta maneira percebe-se que buscou-se descrever o contexto da vida real ao realizar uma avaliação descritiva.

A descrição ocorreu a partir de cinco entrevistas com ocupantes de cargos de gestão organizacional. Além disso os autores tiveram acesso a documentos internos da organização, para que se pudesse validar as informações concedidas. Tais documentos foram obtidos de uma certa empresa presente na região sul do país, denominada no trabalho de ALFA.

A empresa ALFA desenvolve suas atividades desde 1999 e atua no setor de transformação de plásticos especiais. Seu produtos são orientados aos segmentos automobilísticos, alimentício, aeronáutico, civil e aplicações especiais como tecnologia aeroespacial, comunicação, médica e movimentação de cargas .

Para atender da melhor maneira a demanda oriunda destes segmento a empresa buscou aliar a eficiência na produção com o uso consciente de seus recursos, de modo a atender a legislação ambiental vigente. Neste aspecto, cabe salientar que a empresa possui certificação ISO 9001. Desde 2006, a ALFA passou a adotar as práticas ambientais com base na legislação em vigor. A partir de então houveram investimentos voltados a atender estas as especificações presentes na norma citada.

Os resultados do investimento nesse projeto consistiram essencialmente na redução dos resíduos industriais, além da melhoria nos processos produtivos. Isso só foi possível porque houve a interação de todos os colaboradores, a partir de sua inserção no planejamento estratégico organizacional. Tal fato culminou na redução do desperdício de materiais, água e energia elétrica. Observou-se ainda uma redução nos custos operacionais e uma maior valorização do negócio principal. Quanto a gestão dos

resíduos, constatou-se que a empresa possui um programa de coleta seletiva estruturada, possuindo lixeiras adequadas e disponíveis a todos e de fácil acesso.

Tendo em vista que a gestão ambiental abrange todos os processos de uma empresa, desde o operacional ao corporativo, foi verificado que todos os funcionários recebem o treinamento do referido sistema, logo que entram na organização. Os mesmos tem total informação sobre as práticas de economia de água e energia.

Além disso, o processo de gestão de resíduos dentro da empresa atenta especificamente para a organização objetiva e correta disposição dos resíduos visando o atendimento das exigências legais. Nesse sentido os autores constaram, como resultado, que a empresa atende as praticas básicas exigidas na legislação. Aplicando-as, exclusivamente, ao seu processo produtivo por meio do reaproveitamento ou da reciclagem dos resíduos em suas atividades, com ênfase na utilização de materiais recicláveis como plástico e papel.

Quanto as dificuldades observadas, constatou-se a ausência de um técnico especialista na área ambiental, bem como se faz necessário o aprimoramento dos registros das praticas ambientais, seus dados, que servem de base para a correta tomada de decisão. Entretanto os autores afirmam que apesar de tais limitações as medidas adotadas na empresa são dignas de destaque, permitindo a redução de riscos e custos, dando a empresa uma melhor imagem diante de seus clientes e fornecedores.

Diante deste cenário de melhoria operacional da empresa a partir do projeto de gerenciamento ambiental cabe salientar, agora, a inserção de uma empresa que utiliza em seu processo produtivo os resíduos industriais como fonte sua principal fonte de matéria-prima . Nesse sentido, ela contribui tanto para a empresa, que não precisa se preocupar com o gerenciamento de seus resíduos como com o meio ambiente, visto que o seu processo não origina resquícios.

4.4. A madeira plástica como alternativa de reuso industrial

Em seu trabalho intitulado “Gestão sustentável de resíduos industriais -um exemplo de cadeia verde de suprimentos no setor da reciclagem”, Rodrigues, Peixoto e Xavier (2011) apresentaram a inserção da empresa Ecowood Rio Industrial Ltda. na cadeia de produção de outras empresas geradoras de resíduos , abordando a possibilidade de concepção de uma cadeia de suprimentos predominantemente verde.

Para tanto utilizou-se uma metodologia apoiada em duas etapas : a primeira, vinculada a coleta bibliográfica, consiste na delimitação dos principais conceitos referentes a ecologia industrial e como ela é capaz de alterar a cadeia produtiva de certas empresas. A segunda etapa diz respeito a adição da empresa Ecowood Rio nas cadeias produtivas em que se integra, para que isso ocorresse foi utilizada como principal ferramenta a ACV , de modo a analisar as diferentes alterações nas respectivas cadeias.

Para melhor compreendermos como se dá essa relação, é necessário avaliarmos primeiramente em que consiste a empresa,de que forma ela obtém a sua matéria- prima e de que maneira ela se insere no mercado, tais informações serão expressas a seguir.

Na pesquisa analisou-se a empresa Ecowood Rio, que produz madeira plástica, tendo seus insumos provenientes de fibras naturais e resíduos plásticos oriundos de

diversos processos produtivos. Apesar de seus insumos serem diversificados, o produto ecowood pode ser utilizado da mesma maneira que a madeira natural, visando a construção de decks, quiosques, dormentes para trilhos de ferrovias, entre outras peças. Ademais ela permite a aplicação de tintas ou vernizes, por exemplo.

Isso ocorre por que a principal matéria prima da madeira sintética são os resíduos provenientes da produção de reciclados ou mesmo matérias-primas reutilizadas. A obtenção deles é feita seja por trocas tradicionais entre vendedores e compradores ou pelo escambo. Isso facilita e muito a vida dos empresários pois, se não mandassem seus resíduos para a Ecowood Rio, teriam que enviá-los para os aterros, implicando no pagamento de taxas e na “eterna” responsabilidade por eles.

Após os resíduos serem auferidos e posteriormente processados, o material encontrado imita ou pode até substituir a madeira natural. Tendo como sua principal vantagem a impermeabilidade, ou seja, ela não é atacada por insetos nem pragas. Além disso, após a sua utilização não será possível queimá-la, prevenindo assim a queima de combustíveis fósseis, bem como contribui para o consumo consciente pois evita o desmatamento vinculado a extração da madeira.

Além desses benefícios ao meio ambiente, cabe salientar as regalias que a Ecowood trás as empresas. Para demonstrar como tal empresa atual nas demais, e conseqüentemente no mercado, os autores inseriram a Ecowood na cadeia de suprimentos da Kimberly Clark, que fabrica fraldas e é uma de suas principais fornecedoras. Feito isso, os resultados obtidos foram o reuso de resíduos oriundos da produção de fraldas e a transformação destes e de outros resíduos em um novo produto: a madeira plástica.

Isso permitiu uma maior longevidade aos insumos além, é claro, de motivar a possibilidade de existência de um ciclo fechado de materiais, onde é possível a reciclagem dos produtos Ecowood. Outro resultado benéfico foi a redução na utilização de madeira natural.

Diante dos benefícios explicitados anteriormente nas quatro experiências empíricas : a madeira sintética, a gestão de resíduos dentro de uma empresa, o cálculo de necessidades e o reuso aplicado aos diversos setores da indústria paraibana. Cabe agora ressaltar a visão da autora acerca de como essas experiências se relacionam, o que de fato as fez ter acertos e erros.

4.5. Conclusões

As experiências abordadas no presente capítulo demonstraram a aplicabilidade do reuso industrial. Em cada experiência é perceptível o quão benéfico tal ferramenta é tanto para as empresas como para o meio ambiente.

No caso da primeira experiência, “*Estudo do Reaproveitamento dos resíduos sólidos industriais na região de João Pessoa*”, Silva buscou demonstrar que o reuso é viável em vários setores da indústria de transformação. Durante a pesquisa a autora encontrou inúmeros empecilhos e, dentre eles, destacaremos apenas um: a falta de interesse de muitas empresas em adaptar-se a uma produção “limpa”. Isso é evidente pois de um total de 120 empresas mapeadas e pesquisadas, apenas 44 colaboraram efetivamente com a pesquisa. Tal fato demonstra que mesmo com tantos estudos

difundidos, tantas experiências de sucesso, de ecoparque industriais pelo mundo, infelizmente ainda persiste a velha concepção de produção “fim-de-linha”, onde os resíduos são lançados diretamente no ambiente. As mesmas não percebem que estariam, por meio do reuso ou de quaisquer ferramenta da ecologia industrial, poupando gastos. Isto demonstra que boa parte das empresas não tem interesse ou não acreditam que a correta gestão de resíduos pode ser “chave” para obter maiores lucros. Por outro lado, felizmente, há aquelas empresas que buscam e adotam novos métodos para melhorar o seu processo produtivo.

Nesse ponto cabe inserir o estudo “*Retroalimentação e cálculo das necessidades de materiais: um procedimento para o reaproveitamento dos resíduos industriais*”, caracterizando a segunda experiência. Se o cálculo de necessidades fosse aplicado ao reuso estudado nas empresas de João Pessoa, com toda a certeza a reutilização ocorreria de maneira mais eficaz. Pois o cálculo possibilitaria analisar o fluxo existente entre os diversos setores e o seu posterior descarte, sistematizando-o, dessa maneira seria possível evitar o desperdício oriundo dos resíduos que não são reutilizados.

Dessa forma, é notável os benefícios oriundos de tal estudo. Entretanto, a pesquisadora identifica que a amostra é um tanto reduzida, restringindo-se apenas a uma montadora e sua fornecedora de embalagens, diminuindo a aplicabilidade de tal estudo a qualquer segmento. Nesse sentido recomenda-se estender a pesquisa a pelo menos duas experiências, além daquela que consta no trabalho, de setores diferentes para que se possa ver o estudo na prática.

Se isso fosse feito, o cálculo se caracterizaria como uma ferramenta valiosa na gestão dos resíduos, pois criaria um sistema automático em que as empresas teriam acesso com facilidade. Assim, com toda a certeza, as empresas não se restringiriam a atender unicamente as práticas básicas exigidas na lei, como é o caso da terceira experiência, que trata de uma empresa que produz plástico.

No estudo “*Análise das práticas ambientais de uma empresa do setor de transformação de plástico*”, é possível notar que algumas empresas ainda veem a gestão de resíduos apenas como uma mera obrigação, que a torna mais bem “vista” pelos consumidores, onde elas mesmas fazem o mínimo possível para contribuir com a preservação. Suas atitudes se restringem a utilizar papéis e embalagens recicláveis, ter lixeiras identificadas quanto ao tipo de resíduo e economizar água e energia. São atitudes formidáveis é claro e já é um começo, porém não é perceptível a compilação entre o seu processo de produção e a preservação ambiental.

Em relação a isso, percebe-se na própria pesquisa que as empresas buscam sempre resolver o problema depois de pronto, em outras palavras, “olham” para o resíduo depois que ele já foi gerado sem rever seus processos produtivos no intuito de evitar a fabricação dos mesmos.

De modo a solucionar essa questão, a geração de resíduos, analisemos agora a última experiência : a criação de madeira sintética a partir dos resíduos oriundos da produção industrial.

Tal atitude além de demonstrar a expansão do ciclo de vida dos resíduos é um caso palpável da possibilidade de realmente fechar o ciclo de produção. Mostrando também que o reuso é capaz de originar produtos tão bons quanto os feitos diretamente do

insumo. Além disso, a empresa Ecowood constitui uma alternativa claramente agradável aquelas empresas que não possuem um sistema de gestão de resíduos, podendo mandá-los para a Ecowood sem pagar nenhuma taxa. Ademais a empresa é um exemplo de empreendimento, sem gastos com matérias primas, altamente sustentável e, conseqüentemente, bem vista aos olhos de seus consumidores.

Após a análise de cada experiência em particular, seus benefícios e limitações, cabe agora analisarmos de que maneira o reuso, visto em diversos casos, se aplicaria a indústria de transformação do Polo Industrial de Manaus, que será abordado no capítulo final.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer da pesquisa nos deparamos, inicialmente, com a contextualização do que seria o reuso industrial, de que forma ele se insere no âmbito do desenvolvimento sustentável a partir da ecologia industrial (EI), bem como vimos suas principais ferramentas. Depois analisamos a legislação vigente sobre os resíduos, vimos de que maneira a lei os define, bem como a sua correta gestão ambiental. Posteriormente foi abordado a aplicação do reuso em algumas experiências empíricas, analisando suas particularidades e o que deveria ser melhorado. Logo é necessário, agora, avaliarmos como o reuso se aplicaria a indústria de transformação do PIM, para tanto devemos analisar a composição de seus resíduos e seus respectivos fluxos de entrada e saída.

Para que isso seja possível o seguinte capítulo está estruturado do seguinte modo: primeiramente é necessário analisar como ocorre a gestão de resíduos no Brasil. Após isso avaliaremos a composição dos resíduos provenientes do polo. Feito isso analisemos como se comportam os fluxos de matérias para, finalmente, avaliarmos a possibilidade de reuso industrial. Dessa maneira será possível demonstrar como a aplicação do reuso se daria como alternativa para a redução dos resíduos sólidos.

5.1. Os resíduos sólidos no Brasil

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) o Brasil originou, em 2013, 76.387.200 toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos. Onde os mesmos tiveram como destino final os aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

A primeira forma de destinação final dos resíduos, o aterro sanitário, é caracterizada como sendo locais preparados para receber os resíduos. Ele é feito em um certo espaço de terra que será coberta, lá ocorrerá o recolhimento e o cuidado específico com os gases e líquidos oriundos dos dejetos, bem como evita o contato do chorume com os solos e lençóis freáticos. Já os aterros controlados consistem na concentração dos resíduos em um determinado espaço com a cobertura de terra. No entanto, neles não há um planejamento prévio, caracterizando riscos ao meio ambiente e a saúde pois não há o tratamento de gases e nem de efluentes como no aterro sanitário. Quanto ao último destino, os lixões, consistem unicamente na deposição de dejetos a céu aberto, sem o devido confinamento e nem tratamento e conferindo maiores riscos a população.

As três formas de destinação descritas anteriormente predominam como forma de destino final dos resíduos sólidos em todas as regiões do território brasileiro. Do volume originado em 2013, 76.387.200 tonel/dia, 58,3% foram destinados para os aterros sanitários e o restante 41,7% tiveram destinação imprópria, ou seja aterros controlados e lixões. Todas essas formas de destinação apresentam um potencial poluidor, inclusive os aterros sanitários que mesmo não agredindo tanto o meio ambiente como as outras duas formas, ainda apresenta um certo grau de poluição. Tal fato é notado justamente na sua possível instalação, que deve ser executada mediante o licenciamento ambiental. Diante dessa situação é necessário encontrar outras alternativas que reduzam ou até mesmo extingam os resíduos que vão para os aterros.

Nesse sentido, tendo como objeto de pesquisa os resíduos sólidos industriais e como área de pesquisa o PIM, insere-se o reuso industrial como alternativa para o gerenciamento dos resíduos industriais em Manaus.

De modo a avaliarmos de que maneira o reuso solucionaria o problema da gestão de resíduos, é necessário analisar primeiramente os dados provenientes do estudo da agência de cooperação internacional do Japão – JICA referentes a gestão de resíduos sólidos no PIM.

5.2. A composição dos resíduos do PIM

De modo a quantificar os resíduos para ter uma noção de como os mesmos seriam reduzidos se fossem reutilizados, analisemos agora um estudo feito pela agência de cooperação internacional do Japão (JICA) aliada a SUFRAMA. O estudo foi feito com o intuito de avaliar a gestão de resíduos industriais no PIM para então elaborar um plano diretor de gestão industrial no Polo. Para isso foram verificados os resíduos oriundos de 187 empresas presentes na Zona Franca de Manaus, onde os mesmos foram agrupados da seguinte maneira: resíduos industriais gerais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de construção e resíduos radioativos. Quanto ao estudo, o mesmo foi feito por meio de reuniões semanais, realização de workshops e seminários além de treinamento no Japão com a contraparte.

A partir do estudo realizado e da posterior concepção deste em um relatório, foi possível contatar que até aquele ano (2009), foram gerados no Polo 628,9 toneladas de resíduos industriais por dia. Os resíduos que mais contribuíram para este valor são justamente os limitados pelo estudo, ou seja, resíduos industriais em geral, de serviços de saúde, resíduos de construção e resíduos radioativos. Correspondem, respectivamente, a 591,5 tonel/dia, 0,4 tonel/dia e 37 tonel/dia. Em relação ao último, o radioativo, foi demonstrado no estudo que o PIM não gera resíduos dessa natureza.

No que tange a composição desses resíduos constatou-se que do total produzido, 417,8 tonel/dia corresponde aos resíduos não perigosos (RNP). Esse valor é composto, principalmente, dos resíduos metais e ligas de metal (alumínio, cobre e bronze) com 163,5 tonel/dia, seguido de papel contribuindo com 119,9 tonel/dia. Já os resíduos perigosos (RP) corresponderam a 119,7 tonel/dia. Esse montante foi influenciado primordialmente, por outras substâncias perigosas, ácidos inorgânicos e produtos de controle de poluição do ar e poeira, que originaram 34,5 tonel/dia. Após ele, os que mais influenciam os RP foram: lodo de tratamento (17%), combustíveis, óleo e graxa (16,7%) e compostos orgânicos (15,8%).

Depois da mensuração de tais dados, observou-se de que maneira as empresas lidam com os seus resíduos. Nesse aspecto constatou-se que a maioria das fábricas (78,8%) não formulou um plano para o gerenciamento de seus resíduos. Segundo as mesmas, os principais problemas enfrentados no que se refere a gestão de seus resíduos são o alto custo referente ao correto descarte dos resíduos, a inexistência ou ineficácia das plantas de controle de poluição de modo que isso impossibilita o reuso ou a reciclagem e, finalmente, a inexistência de serviço ou ineficiência daqueles que existem no que tange ao tratamento dos resíduos industriais.

Além disso, foi verificado que 14,0% das empresas não separam os resíduos oriundos de seus processos produtivos com os advindos do não produtivo. Ademais 18,8% das empresas afirmaram misturar os resíduos perigosos com os não perigosos.

No que se refere a destinação final destes, a maioria é feita de maneira externa nos aterros sanitários de Manaus, onde são destinados 96,9% dos resíduos gerados no PIM. Tal fato ocorre por conta da ausência de taxas de descarte do aterro o que implica em um percentual muito baixo de reutilização/reciclagem, correspondente a 1,4%. Portanto constata-se que, para as empresas, não há incentivo em promover uma melhor gestão dos resíduos ou em aplicar os 3Rs, pois é bem mais simples descartá-los diretamente após o uso do que ter gastos extras com tecnologias de tratamento. Cabe aqui destacar que a falta de preocupação das fábricas com relação aos seus resíduos em decorrência das mesmas depositarem uma imensa quantidade de resíduo nos aterros deixando de atender ao licenciamento ambiental, reflete o fato de que a maioria das empresas do PIM não atende as normas da ISO 14000.

Após a análise dos dados, estimou-se a quantidade de resíduos industriais que seria gerada em 2015. Nesse ano, segundo o estudo, serão gerados 737,7 tonel/dia de resíduos industriais em geral, tendo em sua composição os resíduos não perigosos e perigosos. O primeiro resíduo corresponde a 580,5 tonel/dia, onde os insumos com maior influência são as escórias de metal, papéis e plástico. Já o último tipo, RP, contribui com 157,2 tonel/dia daquele valor e tendo como seus principais colaboradores os resíduos combustível, óleo e graxa, lodo de tratamento e compostos orgânicos.

Além desses, os resíduos de saúde contribuirão com 0,5 tonel/dia e os resíduos de construção colaborarão com 47,5, culminando em uma quantidade total estimada de resíduos referente a 785,7 tonel/dia. Tais resíduos tem um destino, descarte ou reuso, dependendo do seu fluxo. Assim, como os processos produtivos compreendem, além dos insumos e produtos, os resíduos, existe uma porcentagem significativa dos resíduos que terão um destino de reuso e descarte. De modo a sintetizar o quanto de resíduos é utilizado e o quanto é descartado, analisemos a seguir o fluxo de materiais oriundo do PIM.

5.3. Análise dos fluxos de materiais

A análise dos fluxos é usada para avaliar como os resíduos são utilizados e de que maneira os mesmos afetam o meio ambiente. Ela é necessária para que se possam avaliar as relações existentes no próprio setor e entre os diversos setores. Nesse sentido cabe salientar que tais relações consistem na entrada e saída de matérias. No caso específico do Polo Industrial de Manaus, as mesmas são caracterizadas pela entrada dos insumos no processo produtivo, seja por importações oriundas do exterior ou interestadual. Já as saídas consistem nas exportações, no seu PIB e na saída de produtos após o processo de produção. No que tange ao objetivo exposto no início da pesquisa, focaremos apenas no fluxo de saída de resíduos após os processos produtivos.

O PIM originou 215.912,4 resíduos industriais compostos principalmente por resíduos industriais não perigosos, correspondendo a 51,29% desse total. Quanto a sua destinação final constatou-se que, do total dos resíduos, 95,5% são tratados em instalações apropriadas para tal. Deste valor, 82,1 % destinam-se a coleta particular, que

tem como seus principais destinos o descarte (10,4%), a reciclagem (32,0%) e o tratamento (39,7%). O restante, ou seja, 13,4%, correspondem também ao descarte, a reciclagem e ao tratamento cujas porcentagens correspondem, respectivamente, a 6,2%, 5,3% e a 1,9%. Destes resíduos, 235 tonel/dia são destinadas ao tratamento e 188,8 tonel/dia vão para a reciclagem. No caso do tratamento feito dentro da própria empresa, o mesmo corresponde a 4,5% ou 26,4 tonel/dia. Sendo que 0,5% destes são destinados a armazenagem, 0,5 % são tratados, 0,5% são reciclados e 0,1% são reutilizados.

Essas relações podem ser visualizadas conforme a figura abaixo:

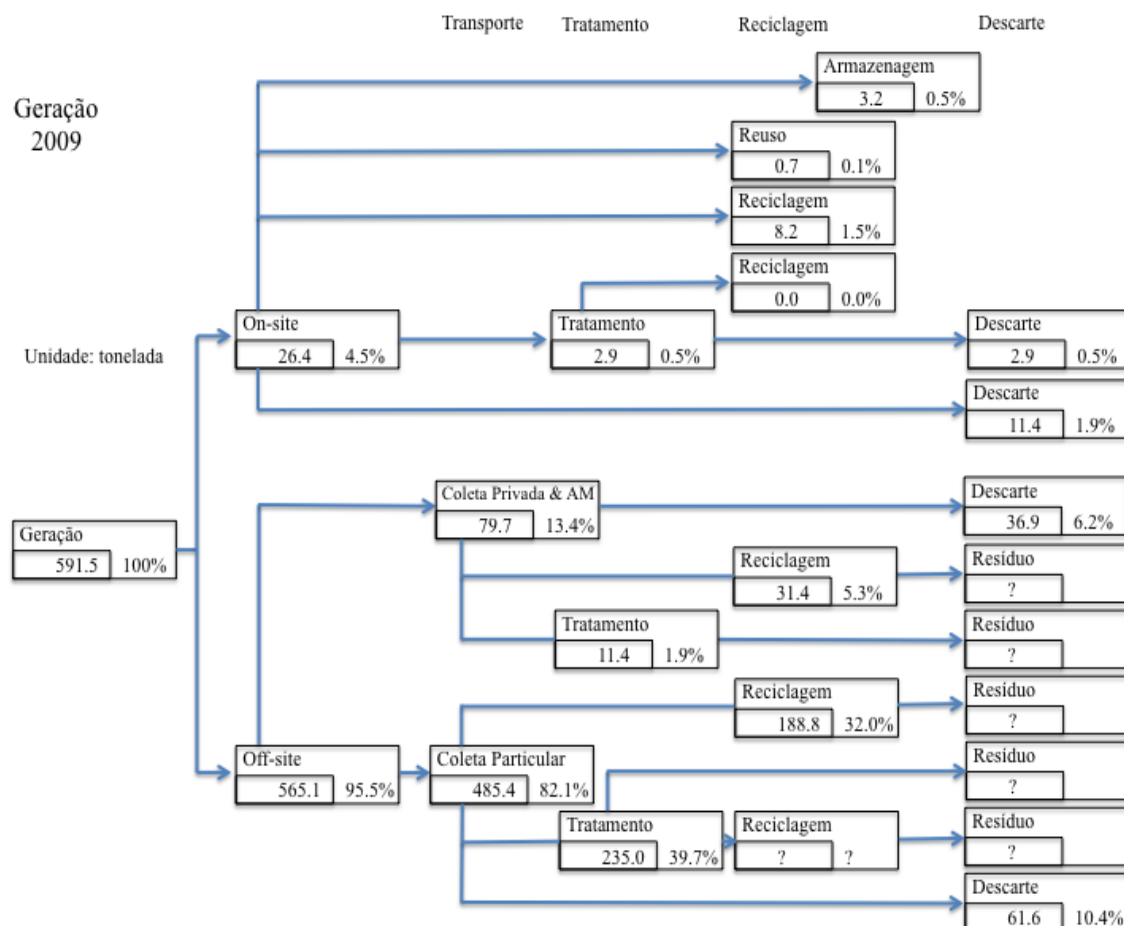


Figura 3. 1 Fluxo dos resíduos gerados pelo PIM.

Fonte: JICA (2010)

Nota: O ponto de interrogação (“?”) indica que o montante descartado não é conhecido.

A partir da ilustração, é possível observar que há uma grande porcentagem de resíduos tratados ou que vão para a reciclagem. Esses valores indicam que há a possibilidade do reuso. No entanto, foi constatado que o destino dos resíduos após essas “fases” é desconhecido. Não se sabe se os mesmos originarão um novo produto ou se poderão ser utilizados segundo suas propriedades morfológicas.

A ausência de conhecimento acerca do destino dos resíduos industriais após o descarte, tratamento e reciclagem pode estar relacionada a inexistência de licenças ambientais por parte das empresas responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos. De acordo com os estudos realizados, todas as empresas estavam fazendo a reciclagem/reutilização dos resíduos. Entretanto, como muitas delas não possuíam

certificação ambiental ou aquelas que possuíam não tinham permissão para executar a reciclagem/reuso, aqueles que estavam sendo feitos não foram considerados como tal.

Outro motivo pode ser a carência de informações dos dirigentes dessas empresas, acerca dos conceitos pré-estabelecidos pela ecologia industrial, como é o caso da simbiose industrial. A ausência se dá até mesmo pela pouca quantidade de profissionais especializados no desenvolvimento sustentável presentes na região e de pesquisas voltadas para os resíduos.

No sentido de demonstrar de que maneira as empresas podem reutilizar os seus resíduos, baseadas nos insumos semelhantes utilizados nos processos produtivos, veremos adiante as possibilidades de simbiose de materiais entre os diferentes setores que foram compilados por Neves (2013).

5.4. A simbiose aplicada no PIM

A simbiose industrial é a condição fundamental para a aplicação do reuso. Pois ao existir a troca de subprodutos entre as empresas, é possível estabelecer uma relação de produção semelhante a que ocorre na natureza, onde tudo o que é utilizado será reaproveitado como insumo para outro processo.

Nesse aspecto, foi verificado a partir da análise do relatório JICA (2010) aliado ao estudo de Neves (2013), possíveis alternativas de reuso presentes no Polo Industrial de Manaus. Tais alternativas consistem nas relações entre os setores de papel e papelão, entre o setor de metalurgia e equipamentos de transporte e entre o setor eletroeletrônico e de bens de informática.

A primeira forma de reuso é observada entre os setores de papel e papelão, embalagens e artefatos com outros vários setores. Isso ocorre por conta da necessidade de embalagem para produtos de diversas atividades econômicas, cujo processo compreende a saída de caixas para embalagem e papelão, do referido setor, e o retorno de resíduos de papel e papelão em blocos que podem ser utilizados pela atividade em questão ou por outras não necessariamente relacionadas.

A segunda forma diz respeito ao reuso aplicado ao setor de metalurgia com os equipamentos de transporte. O mesmo retrata a saída de, no caso da metalurgia, peças de alumínio para a confecção de veículos e o retorno daquelas peças de alumínio que não foram utilizadas.

A terceira e última forma de reuso atenta para a relação existente entre o setor eletroeletrônico e os bens de informática. A mesma apresenta um grande potencial, pois o setor de informática depende e muito dos insumos provenientes do setor de material elétrico tanto no que se refere ao compartilhamento dos seus insumos como ao reuso de seus resíduos. Além dessas formas de simbiose, também foi possível constatar a possibilidade de reuso de água e energia, visto que esses recursos são utilizados por todos os setores e, mediante tratamento nas empresas, podem ser compartilhados nas atividades produtivas da empresa.

Nesse sentido é notável a existência de certas relações simbióticas presentes entre os diversos setores da economia amazonense. Tais relações são fontes de benefícios tanto para as empresas, pois poupam gastos com a utilização de insumos provenientes de outros setores produtivos, como para o meio ambiente, onde percebe-se

a preservação ambiental, pois os resíduos gerados são reutilizados, tendo seu ciclo de vida prolongado.

6. CONCLUSÃO

A partir do momento em que se começou a discutir a importância do meio ambiente para a sociedade tem se percebido a necessidade de adaptar o processo produtivo a patamares mais elevados, de modo a conciliá-lo a preservação ambiental, pois o mesmo configura-se em uma das principais atividades que originam riqueza para uma nação. Entretanto, o processo produtivo também contribui como um importante fator para os desastres ambientais que são constantemente observados.

Os desastres ambientais originam-se, principalmente, do consumo exarcebado e supérfluo. O consumo em si não é o problema, visto que a sua produção culmina no desenvolvimento das sociedades a partir da busca constante por novas áreas de conhecimento e novas tecnologias. Dessa maneira é perceptível como ele é uma ferramenta crucial para o crescimento e desenvolvimento econômico. No entanto, o problema está na forma como o consumo ocorre. Ou melhor dizendo, na maneira como os produtos são fabricados, pois ainda predomina a visão da produção “fim-de-linha”, onde o insumo é retirado da natureza, manufaturado, consumido e descartado.

O descarte dos resíduos industriais configura-se em um dos maiores problemas ambientais atuais. A intensa quantidade de resíduos descartados no ambiente, seja na forma de lixões ou de aterros acaba poluindo os solos além dos lençóis freáticos.

No caso da Amazônia, particularmente no Estado do Amazonas a produção industrial, por meio do PIM, constitui uma das principais atividades que contribuem para a renda do estado. Através do polo essa região foi desenvolvida economicamente contribuindo para a preservação das florestas. Entretanto, a produção industrial ocasiona uma enorme quantidade de resíduos, que como já foi explicitado anteriormente, são despejados de modo inadequado poluindo os solos onde são depositados e os rios por meio dos efluentes da produção.

Neste aspecto, é necessário o desenvolvimento de pesquisas que permitam agregar a fabricação de produtos com a preservação dos recursos naturais, de modo que se possa ampliar a vida dos produtos diminuindo os seus resíduos gradativamente.

É nesse cenário que se insere o presente estudo, surgindo como uma alternativa para auxiliar o correto gerenciamento dos resíduos industriais. Nesse sentido a pesquisa teve como principal objetivo avaliar as implicações do reuso no PIM. Para tanto analisou-se a composição dos resíduos de modo que se fosse possível verificar as opções de simbiose presentes no polo, tal como explicitado nos objetivos específicos. No primeiro caso, constatou-se que os resíduos industriais do polo compõem-se principalmente de resíduos industriais não perigosos, com 417,8 tonel/dia, e resíduos perigosos, com 119,7 tonel/dia, originando um total de resíduos industriais correspondente a 628,9 toneladas diárias. Quanto as opções de simbiose, verificou-se diversas possibilidades nos setores de papel e papelão, entre o setor de metalurgia e equipamentos de transporte e entre o setor eletroeletrônico e de bens de informática, além de água e energia. A mesma foi percebida como alternativa para o reuso de resíduos ou dos próprios insumos oriundos da produção de certos setores, como é o caso do setor eletroeletrônico.

Diante disso o presente estudo configurou-se como uma importante ferramenta para aliar o modo de produção vigente a patamares sustentáveis. Nesse sentido, a pesquisa pode ser utilizada para elaboração de políticas industriais que tenham no seu bojo questões relacionadas aos resíduos, bem como estudos que procurem explorar a simbiose industrial, a redução a poluição e a poluição limpa. Além de ser um importante instrumento para trabalhar com políticas ecoeficientes, como a criação de zonas de economia circular, onde se insere os ecoparques industriais que também foi explicitado na pesquisa.

A partir das possíveis aplicações da pesquisa cabe agora salientar certas questões que merecem especial atenção em estudos futuros. Tais questões dizem respeito as relações das empresas com as normas ambientais, a ausência de estudos voltados as empresas que tratam os resíduos e as outras possibilidades de simbiose.

A primeira questão atenta para o fato de que muitas empresas tem a mínima certificação ambiental exigida ou quando não, não possuem nenhuma. Nesse sentido é necessário que os órgãos públicos cobrem das mesmas um maior comprometimento no atendimento da legislação ambiental, fiscalizando regularmente se elas estão sendo cumpridas. Dessa maneira será possível ter um controle exato dos resíduos que forem gerados possibilitando o seu correto gerenciamento, seja para o reuso ou para a reciclagem.

A segunda questão concerne às empresas que tratam os resíduos sólidos. Muitos estudos foram feitos atentando para o gerenciamento de resíduos na própria empresa que os originou, mas são poucos os estudos voltados ao gerenciamento deles nas empresas responsáveis pelo seu tratamento. Tal fato consiste em uma terrível falha devido a, no Brasil, elas serem as principais responsáveis pela coleta e descarte dos resíduos em aterros. Como foi constatado na pesquisa, após o descarte não é possível ter o conhecimento do rumo que o resíduo tomará, sendo o que se pode imaginar é que este irá se desintegrar com o tempo. Desta forma, em decorrência de escassez de estudos voltados para esse tipo de questão, muitas empresas não dão o destino correto aos resíduos.

A última questão atenta para a expansão dos estudos de simbiose a outros setores além dos abordados na pesquisa. É preciso avaliar a possibilidade de reuso em setores diferentes, de modo que se possa reaproveitar todo e qualquer resíduo, ou ate mesmo os insumos provenientes da produção. Dessa forma será possível fechar o ciclo de vida dos produtos, contribuindo para a preservação ambiental.

Por fim, o reuso pode contribuir de forma significativa para a gerenciamento dos resíduos industriais. Na medida em que houverem iniciativas que incentivem essa atividade no PIM, atribuindo inúmeros benefícios ao mesmo. Os benefícios consistem em maiores oportunidades de emprego, na redução de custos para as empresas no que diz respeito a aquisição de seus insumos e, finalmente, na diminuição dos resíduos fabricados, culminando na redução da poluição.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Panorama. São Paulo, 2013, 114p. Disponível em: www.abrelpe.org.br/panorama/panorama2013.pdf Acesso em 15/07/15

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Definições: NBR 1004:2004.

BRANCO, Roderick Cabral Castelo. **Pólo Industrial Ecológico de Manaus: uma proposta para o alcance da sustentabilidade**. 2009. 216f. Dissertação (Mestrado em Administração). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. Disponível em: < http://184.107.78.53/sites/default/files/documentos/Roderick_Cabral_Castello_Branco.pdf > Acessado em 21/10/2014.

BRASIL. Decreto nº 6938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccvil_03/Leis/L6938.htm Acesso em :08/09/14

BRASIL. Decreto nº 12.305, de 2 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**. Brasília. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccvil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305 . Acessado em: 29/10/14

CAVALCANTI, Osvaldo; MAZZER, Cassiana. **Introdução a gestão ambiental**. Revista Infarma, Paraíba, v. 16, número 11-12, 2004. Disponível em: < www.cff.org.br > Acesso em 21/01/2015

COLTRO, Leda (org). **Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão**. Campinas: CETEA/ITAL, 2007. 75P. Disponível em: www.acv.ibict.br Acessado em: 02/04/15

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Departamento de Apoio ao Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/ Acesso em 01/10/14

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Dispõe sobre o Inventário dos Resíduos Sólidos Industriais**. Resolução nº 313, de 22 de novembro de 2002. Disponível em: www.mma.org.br/port/conama/ . Acesso em 04/10/14

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção de Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito**. Resolução nº 452, de 2 de julho de 2012. Disponível em: www.mma.org.br/port/conama/ Acesso em 09/10/14

DINIZ, Márcia Jucá Teixeira. **A dinâmica das inovações nas empresas do Pólo Industrial de Manaus: um novo momento relacionado aos constrangimentos ambientais a partir do ano 2000.** 2008. 295f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal do Pará. Núcleo dos Altos Estudos Amazônicos. Belém

FERREIRA, José Vicente. **Análise do ciclo de vida dos produtos.** 2004. 80f. Material didático para o curso de gestão ambiental. Instituto Politécnico de Viseu.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Inventário Nacional de Resíduos Sólidos.** Inventário. Rio Grande do Sul, 2002, 59p. Disponível em: www.2.al.rs.gov.br Acessado em : 25/02/15

FRANÇA, P. et al. **A responsabilidade social de empresas do Pólo Industrial de Manaus-PIM e a reciclagem como sua ferramenta: um estudo de caso sobre a ótica dos consumidores.** Revista Inovação, Gestão e Produção, Santa Maria, v.2, n.11, p.104-115, nov. 2010. Disponível em : < WWW.ingepro.com.br/NOV_2010.html >. Acessado em 22 /11/2014

GRADEL, Thomas. Industrial Ecology: definition and Implementation. In: SOCOLOW, Robert H. et al. (EE). **Industrial ecology and global change.** 2006. P.23-41. Cambridge University. New York.

HAMZAGIC, Miroslava; FRANCISCHINI, Paulino. **Retroalimentação e cálculo das necessidades de materiais: um procedimento para o reaproveitamento dos resíduos industriais.** In: Simpósio de Engenharia de Produção, XIII, 2006, Bauru. 8p. Disponível em: www.simpep.feb.unesp.br Acesso em 26/04/15

ISENMANN, Ralf. Industrial ecology: shedding more light on its perspective of understanding natural as model. 2003., p. 143-158. **Sustainable Development**, (S.1), v.II. June 2003. Disponível em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.213/abstract;jsessionid=FFE1F744B496ACEF3059ECA71BEA6B65.f02t03_>

LOWE, E.A, 2001, **Handbook for development of eco-industrial park.** Okland, Califórnia: Indigo Development. Disponível em: www.indigodev.com

MOTA, João ; CARIJÓ, Renata .**Simbiose industrial: um estudo de caso para um indústria de cosméticos no município do Rio de Janeiro** .2013. 79f. Tese de monografia-Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005527.pdf> Acesso em 23/01/2015

NEVES, Salomão Franco. **Ecoeficiência produtiva: uma análise do Pólo Industrial de Manaus.** 2013. 196f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável. D. F. Disponível em < http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13619/1/2013_SalomaoFrancoNeves.pdf > Acesso em 21/10/2014

O que é ISO 14001? São Paulo:BSI Management Systems,12slides,color. Acompanha texto. Disponível em :www.enteuxes.com.br/docs/fi.14001.pdf . Acesso em 22/07/14

RODRIGUES,Sidnei;PEIXOTO,Jose;XAVIER,Leydervan.**Gestão sustentável de resíduos industriais-um exemplo de cadeia verde de suprimentos no setor de reciclagem.** In:Congresso Nacional de Excelência em Gestão,VII,2011.Rio de Janeiro.15p. Disponível em:www.excelenciaemgestao.org Acesso em 20/06/15

SALAZAR,Admilton Pinheiro. **Amazônia -globalização e sustentabilidade.**2.ed. Manaus:Valer,2006. 396p.

SANTOS,Carmemlucia. **Prevenção a poluição industrial: identificação de oportunidades, análise de benefícios e barreiras** .2005.206p. Tese de Doutorado-Escola de Engenharia de São Carlos,Universidade de São Paulo,São Carlos. Disponível em:www.teses.usp.br Acesso em 15/09/14

SARACENI,Adriana; JUNIOR,Pedro.**Proposta de ecologia industrial para arranjos produtivos locais e como estratégia de desenvolvimento de parque industrial ecológico** .Revista de administração da UNIMEP, RJ,V.10,n.1, 16 p. ,Janeiro/Abril-2012 Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2737/273723618006.pdf> . Acesso em 07/01/2015

SATOLIN,Rodrigo Bruno.**Agglomerações industriais sob a ótica da sustentabilidade.**2014.108f.Dissertação(Mestrado em Engenharia).Universidade Federal do Rio Grande do Sul.Escola de Engenharia. Porto Alegre. RS, Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/100144>> Acessado em 21/10/ 2014

SILVA,Jussara **Estudo do Reaproveitamento do Resíduos Sólidos Industriais na região metropolitana de João Pessoa(BAYEUX,CABEDELO,JOÃO PESSOA E SANTA RITA)-PB.**2004.133p. Dissertação de mestrado-Universidade Federal de Paraíba,João Pessoa. Disponível em:www.ct.ufpb.br . Acesso em 15/03/15

SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,12,2006,Paraná. Parque **eco-industrial:uma discussão sobre o futuro dos distritos industriais brasileiros**, 13p.Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=lima_Sr_Parques%20Eco-Industriais.pdf> Acesso em 07/01/2015

SUPERINTENDÊNCIA DO ESTADO DO AMAZONAS.Agência de Cooperação Internacional do Japão(JICA).**Relatório Principal.**Manaus,2010. Disponível em:<http://www.suframa.gov.br/download/publicacoes/jica/relatorios/GEJR10089%20RELATORIO%20PRINCIPAL.pdf> Acessado em 18/11/2014

SUPERINTENDÊNCIA DO ESTADO DO AMAZONAS.Grupo de Gestão dos resíduos industriais da SUFRAMA.**Relatório Final.**Manaus,2012. Disponível em :< <http://www.suframa.gov.br/download/publicacoes/jica/relatorio-anual-do-ir-suframa-2012.pdf> Acessado em 18 /12/2014

SCHREIBER,Dusan;MENDES,Giselly;BESSI,Vânia.**Análise das práticas ambientais de uma empresa do setor de transformação de plástico.** In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, XVI, 2013, São Paulo. 16p. Disponível em : www.simpoi.fgvsp.br Acesso em 10/05/15

TOCCHETTO, Marta. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais.** 2005. 97p. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: www.zeroacidentes.com.br Acesso em 03/12/14

TREVISAN, Marcelo. **A ecologia industrial e as teorias de sistemas, institucional e da dependência de recursos a partir dos atores de um parque tecnológico.** 2013. 233f. Tese (Doutorado em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Administração. Porto Alegre. RS . Disponível em : < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78035/000898433.pdf?sequence=1> > Acessado em 21 /10/2014

ZIGLIO, Luciana. **A convenção de Basiléia e o destino dos resíduos indústrias no Brasil.** 2005. 140p. Dissertação de mestrado-Faculdade de Geografia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: www.teses.usp.br . Acesso em 14/12/14