

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

WANESSA DA COSTA NASCIMENTO

**ECOPARQUE INDUSTRIAL: UMA ANÁLISE DE MODELO CONCEITUAL
PARA O POLO INDUSTRIAL DE MANAUS - PIM**

**MANAUS
2017**

WANESSA DA COSTA NASCIMENTO

**PARQUE ECO-INDUSTRIAL: UMA ANÁLISE DE MODELO CONCEITUAL
PARA O POLO INDUSTRIAL DE MANAUS - PIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gestão da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Waltair Vieira Machado

**MANAUS
2017**

WANESSA DA COSTA NASCIMENTO

**PARQUE ECO-INDUSTRIAL: UMA ANÁLISE DE MODELO CONCEITUAL
PARA O POLO INDUSTRIAL DE MANAUS - PIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gestão da Produção.

Aprovada em 03 de Abril de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Waltair Vieira Machado, Presidente.

Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Tristão Sócrates Baptista Cavalcante, Membro.

Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Alexandre Almir Ferreira Rivas, Membro.

Universidade Federal do Amazonas

DEDICO,

*À minha AMADA mãe América,
pelo imensurável apoio.
Ao meu pai Roberval e a minha irmã Waleska,
por sempre estarem ao meu lado. Ao meu sobrinho Jorginho, que me faz rir
todos os dias, me dando certeza de dias melhores.*

AGRADEÇO,

Agradeço a Deus pelo discernimento de seguir na jornada diária com alcance dos objetivos pretendidos, permitindo-me de ver a concretização de mais uma etapa, como este mestrado.

À Universidade Federal do Amazonas, por mais uma vez me acolher.

Ao professor orientador Dr. Waltair Vieira Machado, pelos valiosos ensinamentos. Aos professores Dr. Raimundo Kennedy Vieira, Dr. Tristão Sócrates Baptista Cavalcante, Dra. Ocilde Custódio e aos demais mestres do programa.

Aos colegas de mestrado, em nossa jornada de aulas.

Aos meus pais, minha irmã e sobrinho os quais, eu os AMO incondicionalmente.

"E ordenou o Senhor Deus ao homem, dizendo: De toda a árvore do jardim comerás livremente" (Gn 2.16). A natureza "será para vosso mantimento; tudo vos tenho dado como a erva verde" (Gn 9.3).

RESUMO

A definição de um ecoparque industrial - EIP poder ser dada por meio de um conjunto sistemático de empresas que compartilham recursos ou produtos buscando o aumento da rentabilidade com redução significativa do impacto ambiental. A sua implementação pode contribuir diretamente para a sedimentação de uma economia sustentável, entretanto, essa perspectiva real de literatura científica ainda é um desafio para qualquer país, pois são vários os fatores a serem considerados e postos à disposição para a efetivação desse tipo de projeto. Estudos técnicos, participação da sociedade, aspirações política, empresarial e governamental são partes relevantes na tomada de decisão bem como na sucessibilidade do processo. Entende-se que com as demandas e perfis competitivos do mercado atual, torna-se complexo o entendimento que um sistema industrial sustentável seja suficiente para produzir variados produtos e serviços, e ainda mais nos diversos níveis de produção e de cadeias de fornecimento. Por outro lado, experiências frutíferas estão em pleno progresso acerca dos ecoparques industriais, como se destacam os países Dinamarca, Estados Unidos e Canadá. Sendo assim, este estudo propõe um modelo conceitual para refletir aspectos e relações de simbiose baseado em uma metodologia de método dedutivo com abordagem analítica juntamente com a literatura e manuais metodológicos disponíveis nos últimos cinco anos para a modelagem dos conceitos e relacionamentos de ecoparque industrial, e em consonância com o Polo Industrial de Manaus. A partir desses preceitos, observar-se-á se existem relações simbióticas espontâneas entre as 486 fábricas instaladas na Zona Franca de Manaus e a viabilidade para a instalação de um parque eco industrial na cidade de Manaus.

Palavras-chave: Economia sustentável. Ecoparque industrial. Modelo conceitual. Polo Industrial de Manaus.

ABSTRACT

The definition of an industrial eco-park can be given through a systematic set of companies that share resources or products seeking increased profitability with significantly reduced environmental impact. Its implementation can directly contribute to the consolidation of a sustainable economy, however, this real perspective and extensive scientific literature is still a challenge for any country, because there are several factors to be considered and made available for the realization of such project. Technical studies, society, politics, business and government aspirations are relevant parties in decision making and in sucessibilidade process. It is understood that the demands and competitive profiles of the current market, it becomes complex understanding that a sustainable industrial system is sufficient to produce a wide range of products and services, and further the various levels of production and supply chains . On the other hand, successful experiences are in full progress on industrial ecoparks, as we highlight the countries Denmark, the United States and Canada, and in this sense, this study will propose a conceptual model to reflect aspects and symbiotic relationships based on a methodology deductive method with analytical approach with literature and methodological manuals available in the last five years for the modeling concepts and industrial eco-park relationships, and symbiosis with close identification with the industrial Pole of Manaus. From these precepts will be observed if there are spontaneous symbiotic relationships between the 486 factories in the Manaus Free Trade Zone and the feasibility for the installation of an industrial eco park in the city of Manaus.

Keywords: Conceptual model. Eco Industrial Park. Industrial Pole of Manaus. Sustainable economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Visão tradicional de indústria e da ecologia industrial.....	17
Figura 02. Principais zonas francas no mundo.....	21
Figura 03. Elementos essenciais na composição dos ecoparques industriais	24
Figura 04. Importação de insumos do PIM.....	28
Figura 05. Modelo padrão – Ecoparque industrial ideal.	31
Figura 06. Objetivos da sustentabilidade.	34
Figura 07. Principais perquisições indicadas pelo PNUMA.....	39
Figura 08. Sistema Adequado de Gestão de Resíduos Industriais	65
Figura 09. Estrutura do Modelo Proposto com a Definição dos Eixos de Integração.....	68
Figura 10. Representação Esquemática das Dimensões que compõe o modelo.	69
Figura 11. Tipo II modelo industrial ecossistema focado no fabricante.....	70
Figura 12. Fluxograma da metodologia do estudo.	72
Figura 13. Ferramentas utilizadas na pesquisa.....	74
Figura 14. Modelo conceitual – Ecoparque industrial.....	77

LISTA DE TABELA

Tabela 01. A interação dos princípios dos ecoparques industriais.....	30
Tabela 02. Projetos de ecoparques industriais nos Estados Unidos.....	36
Tabela 03. Cidades canadenses com reais possibilidades para EIP	37
Tabela 04. Critério para a avaliação das áreas para a instalação de aterro sanitário	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Relação de subsetores/polos SUFRAMA.....	27
Quadro 02. Exemplos de modelos de gestão ambiental – Resumo.....	71
Quadro 03. Comparação do cenário dos principais ecoparques industriais.....	77

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CIEAM - Centro da Indústria do Estado do Amazonas

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EIP - Ecoparque industrial

FIEAM - Federação das Indústrias do Estado do Amazonas

GEMI - *Global Environmental Management Initiative*

GIR - Gerenciamento Integrado dos Resíduos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INFRAERO - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

JICA - *Japan International Cooperation Agency*

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia

NBR – Norma Brasileira

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PIM - Polo Industrial de Manaus

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Ambiente

PPB - Processo Produtivo Básico

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

SEMULSP - Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus

SWOT - *Strenghts, Weakness, Oppportunities and Threats*

TECA - Terminal de Cargas em Manaus

TQEM - *Total Quality Environmental Management*

TRU - Tabelas de Recursos e Usos

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

UNIDO - United Nations Industrial Development Organization

USEPA - Agência Ambiental do Governo Federal Norte-Americano

WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development*

ZFM - Zona Franca de Manaus

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Do contexto ao problema	18
1.2 Objetivos geral e específicos.....	19
1.3 Justificativa.....	19
1.4 Delimitação do estudo	20
1.5 Estrutura da pesquisa	22
2. REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 Ecoparques industriais: evolução do conceito.....	23
2.2 Os princípios dos ecoparques industriais.....	25
2.2.1 Reaproveitamento.....	25
2.2.2 Diversidade.....	26
2.2.3 Localização	27
2.2.4 Mudança gradual.....	29
2.3 Retrospectivas empíricas: a sustentabilidade dentro da organização industrial.....	34
3. PANORÂMICO VIGENTE DE ECOPARQUES INDUSTRIAIS: A SÍNTESE PARA AS MELHORES PRÁTICAS	36
3.1 Área de estudo: aspectos relevantes dos ecoparques industriais.....	38
3.2 Gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil	42
3.2.1 A Lei 12.305/10 (PNRS).....	46
3.3 A aplicabilidade da tecnologia para gestão dos resíduos	49
3.4 Elementos das partes de tratamentos dos resíduos.....	53
3.4.1 A Reciclagem	53
3.4.2 A Coleta Seletiva.....	57
3.4.3 Os aterros sanitários	60
3.5 O papel do acordo de cooperação técnica dos resíduos industriais da ZFM - JICA	64
3.6 Seleção dos modelos de ecoparques industriais	67
4. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	72
4.1 Fundamentação e procedimentos da pesquisa.....	72
4.2 Ferramentas utilizadas na pesquisa.....	75
4.3 Validação da pesquisa	78

5. PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS	79
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS.....	84

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, práticas industriais têm sido destacadas como áreas chaves para sedimentar as melhorias voltadas para o desenvolvimento sustentável. Para Veleva et al. (2001), desenvolvimento sustentável é a prática direcionada na melhoria da qualidade da vida humana, dentro de um contexto de apoio ao ecossistema, e com os esforços voltados para a eficiência e eficácia dos recursos industriais e operacionais, sobretudo, que as atividades de manufatura sejam das premissas básicas de atenuar ou até mesmo minimizar os impactos ambientais dentro do ambiente.

De fato, o assunto desempenho ambiental tornou-se uma espécie de terceira dimensão crítica para a garantia do funcionamento industrial, logo após a priorização dos fatores de inovação tecnológica e de economia. Nesse contexto, Barthel (2016) explica que existem duas principais estratégias que podem ser implementadas para atingir e alcançar essa simbiose: o planejamento de todos os estágios concernentes ao mapeamento da relação de equilíbrio entre os aspectos ambientais e econômicos e a realização do curso operacional em si destas questões.

Umas das principais estratégias para a implantação de uma economia voltada para ecologia industrial se baseia na sistematização das instalações e atividades industriais funcionando efetivamente dentro de um ambiente natural de comunidade envolvente, ou seja, na prática quando certo aglomerado de fábricas apresentam poluição ou outras fontes de desperdício, esses efluentes precisam ser reduzidos ou eliminados por meio do processo e do produto (YU et al. 2014).

De acordo com Zhu et al. (2015), a visão fundamental do desenvolvimento do parque industrial sustentável aponta-se explanada massivamente na literatura. No entanto, devido à complexidade excepcional dos sistemas e subsistemas que envolvem as práticas e as interações industriais com o ambiente, a sua implementação pode ser significativamente desafiadora, particularmente a partir das perspectivas de planejamento e de gestão, pois, além dos quesitos políticos e públicos, a iniciativa por parte das organizações privadas é um fator determinante para a consolidação de um

parque industrial sustentável. Infere-se que a sustentabilidade requer uma consideração da dimensão social ou comunidade, bem como a integridade ecológica e econômica eficiente.

De certo, dentro do campo de estudo, a ecologia industrial está se desenvolvendo como uma abordagem potencial para a aplicação de uma economia sustentável e lucrativa. Faz-se mister destacar e até contextualizar a trajetória histórica de debates e grupos de trabalhos concernentes às questões ambientais diretamente ligadas aos processos industriais. Daddi et al. (2016) pontuam que desde a realização de convenções internacionais, como a Conservação Mundial Estratégia, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Agenda 21, entre outras, os resultados alcançados refletiram na aceitação gradual que a sustentabilidade é um conjunto sistemático da integração dos elementos como ecologia, eficiência econômica e igualdade social.

Além disso, Park et al. (2016) apontam que grande parte do esforço do governo e da indústria, especialmente, proveniente de parcerias internacionais, a partir da década de 1987, enfatizou a ligação da economia com o meio ambiente, concentrando certa preocupação com a dimensão social e a sustentabilidade. Com efeito, desde que a indústria é uma criação humana e os seres humanos são animais sociais, faz-se imprescindível a sedimentação conjunta de uma abordagem que traz a indústria e o meio-ambiente em atendimento aos anseios sociais e demais perspectivas econômicas.

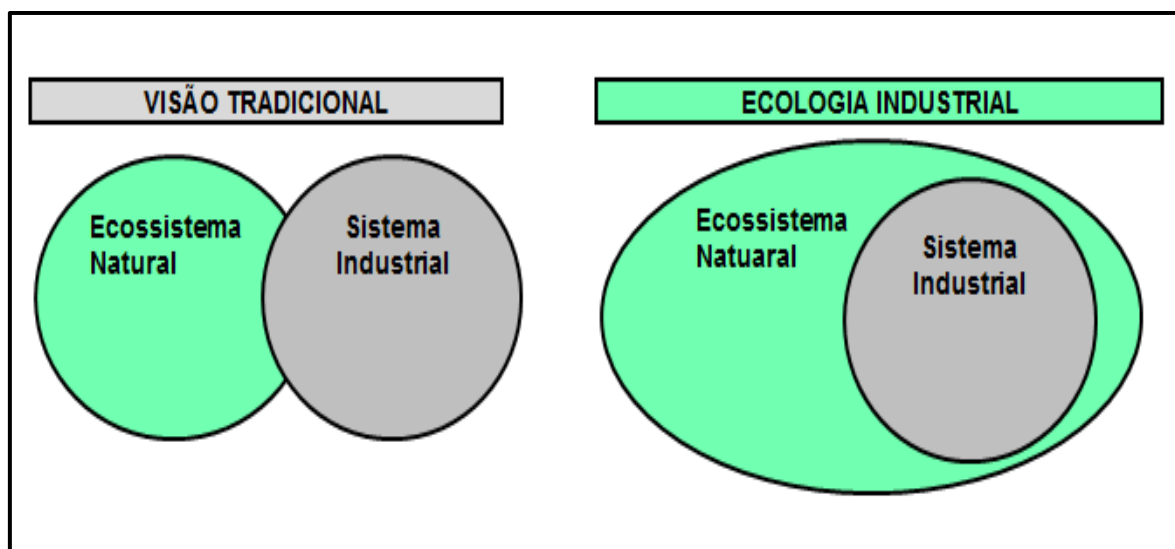
Singh et al. (2016) afirmam que ecologia é o estudo das inter-relações entre espécie e as suas propriedades físico-químicas dentro dos ambientes, com características-chaves como os *habitats* em que espécies dependem, as comunidades descritas como agrupamentos de determinadas espécies que ocorrem em uma área, e os ecossistemas que são definidos por espécies, comunidades e componentes físicos e químicos interagindo para formar um sistema estável condicionalmente.

Em vista disso, é possível entender que essas três características enfatizam a interação e a interdependência. É sabido que qualquer estabilidade de um ecossistema depende, na maioria das vezes, da interconexão das espécies dentro do sistema, e assim, essas ligações se expandem à medida

que o próprio sistema desenvolve-se e os seus integrantes atuam com outras espécies de modo a influenciar as condições físicas e químicas.

Nesse sentido, a figura 01 apresenta a diferença entre os conceitos tradicional de indústria e da ecologia industrial. Quanto um baseia-se na conjuntura paralela de apoio e suporte, o outro demonstra a inserção total de dependência do sistema industrial dentro do ambiente e ecologia, corroborando a limitação e controle de processos.

Figura 01. Visão tradicional de indústria e da ecologia industrial



Fonte: Singh et al. (2016).

Nesse diapasão, os sistemas industriais seguem a mesma linha de tendência, isto é, enfatizar a independência e a competitividade entre as empresas. Contudo, as organizações estão inseridas em cadeias ou redes de fornecedores e clientes similares acabam que contribuir por uma ligação de um ecossistema industrial nativo e natural. Entende-se que as indústrias são dependentes dos recursos disponíveis no ambiente para garantir a sua produtividade, como água, energia, matéria-prima, mão-de-obra, e equipamento.

Assim, esta pesquisa se propõe em discutir se o modelo conceitual de ecoparque industrial é aplicável para a ZFM por meio da explanação de várias definições com a discussão de suas características e exemplos de diretrizes

que foram desenvolvidas para as mais diversas implantações em países localizados nos continentes norte-americano, europeu e japonês, pois assim, a contribuição para a literatura poderá fomentar futuras investigações acerca da viabilidade nos investimentos para as fábricas instaladas no PIM.

1.1 Do contexto ao problema

Durante as duas últimas décadas, as discussões voltadas para a sustentabilidade industrial estabeleceram a realização de práticas de manufatura sustentáveis, especialmente, a partir de um planejamento público e perspectiva de desenvolvimento econômico.

Muitos autores caracterizam o conceito de ecoparque industrial como um diferencial competitivo, responsável em viabilizar o alcance da sustentabilidade operacional dentro de um determinado contexto, e outros, afirmam que se trata de implementação da gestão ambiental corporativa sob a ótica de minimizar os deslocamentos de problemas ambientais (AFREEN e KUMAR, 2016).

Considerando a escassez de estudos mais objetivos acerca da interação entre a ecologia industrial e os desafios das fábricas, ainda mais voltada para a cidade de Manaus, resolveu-se lançar um olhar sobre esta área, em especial à implementação dos ecoparques industriais. Para Subramanian et al. (2016) a causa fundamental dos problemas ambientais é o fato que ambiente e a indústria operam por meio de diferentes princípios de desenvolvimento. Portanto, a gestão ambiental industrial deve envolver questões com abordagem direcionada ao entendimento entre ambos, e em contrapartida solucionar por meio de ações efetivas as áreas problemáticas e a sua coexistência.

Em suma, verifica-se que a literatura busca disseminar as ferramentas capazes de auxiliar na implantação dos ecoparques industriais por meio da ilustração de alguns desafios importantes no meio-ambiente e industrial para assim se iniciar a discussão sobre a direção ao longo do qual a abordagem do ecossistema industrial pode ser desenvolvido. As opções podem se dar por meio de mudanças e melhorias de processos, contudo predominam mecanismos subjetivos e descritivos, ficando claro que neste campo se fazem necessárias implantações de modelos que contemplem as especificidades dos

ecoparques industriais, particularmente com identificação de suas peculiaridades.

Da mesma forma, esta pesquisa se propõe em analisar os processos industriais pautados nos princípios da sustentabilidade voltados para o PIM, assim como também refletir sobre alguns exemplos de estudos de casos em outras regiões, e dentro desta abordagem surge a pergunta deste estudo: É possível a instalação de um ecoparque industrial na Zona Franca de Manaus?

1.2 Objetivos

Geral:

Propor um modelo conceitual de ecoparque industrial para as fábricas instaladas no PIM.

Específicos:

- a) Estudar as ferramentas capazes de incentivar a implantação e integração entre a atividade econômica, o meio-ambiente e o bem estar da comunidade e da indústria.
- b) Eleger um conjunto de ações voltadas para a consolidação de ecoparque industrial demonstrando as vantagens intrínsecas dentro do contexto da ZFM.
- c) Selecionar, a partir de experiências de modelos conceituais concebidos e das melhores práticas, as estratégias para elaboração e padronização.
- d) Cooperar cientificamente com um estudo que busca por uma referência regional e ambiental na cidade de Manaus.

1.3 Justificativa

De acordo com dados Suframa (2016), o PIM é um dos mais modernos parques industriais da América Latina, reunindo fábricas de ponta das áreas de eletroeletrônica, veículos de duas rodas, produtos ópticos, produtos de informática, indústria química, e entre outros.

Keivanpour et al. (2014) afirmam que um autêntico ecoparque industrial é um conjunto entre a comunidade, a indústria e o meio-ambiente, e que procuram juntos, colaborar simultaneamente com as devidas questões ambientais e melhor gestão dos recursos operacionais, como energia, água e matéria-prima. Essa parceria procura coletivizar a sistematização dos benefícios, que certamente, é bem superior ao invés de cada empresa os recebesse de modo fragmentado e individual, e assim introduzir mudanças na estrutura industrial da cidade de Manaus.

Por conseguinte, esta pesquisa se justifica por dois motivos principais, a saber, primeiramente a produção fabril está cada vez mais competitiva e acirrada, uma vez que o mercado demanda por atendimento imediato acerca de um diferencial quanto à sustentabilidade dos negócios para as organizações, rechaçando quaisquer inércias legislativas e políticas.

Segunda justificativa dar-se-á pela necessidade de apontar o processo de identificação das possíveis trocas de materiais entre as indústrias do polo de Manaus, item específico e importante dentro do contexto de ecoparque industrial.

Cooperar para o desenvolvimento do sistema industrial de materiais planejados com trocas que visam minimizar desperdício e com construção sustentável de relações econômicas, ecológicas e sociais, é um fator motivador por entender que este estudo poderá servir de base para instigar futuros proponentes, investidores, pesquisadores e demais interessados na sustentabilidade do PIM, e os seus desafios constantes de manutenção de incentivos e perenidade para a região.

1.4 Delimitação do estudo

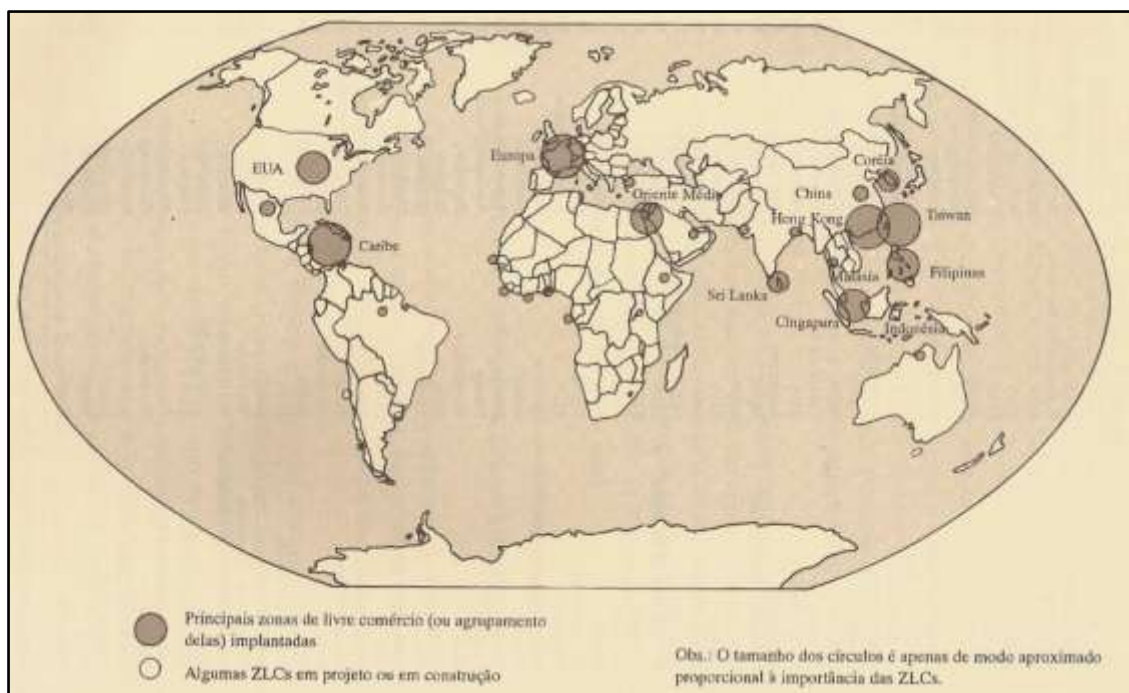
Para cenário da pesquisa, a delimitação desta pesquisa está contemplada em modelos de conceituais de ecoparques industriais escolheu-se a análise das fábricas do PIM em consonância com a metodologia dos ecoparques industriais sedimentados no contexto internacional. Apesar de a aplicabilidade apresentar um enfoque para a cidade de Manaus, nada impede exponenciar aos demais polos industriais do Brasil, e até mesmo, para os centros comerciais e agropecuários, uma vez que a ZFM engloba também

esses setores paralelos, que ainda não estão projetados no mercado local e nacional.

A importância do PIM para o Brasil é indiscutível, uma vez que é responsável pelo aumento dos índices de nacionalização do setor industrial do país e da região Norte, bem como o desenvolvimento científico-tecnológico, a sedimentação de um elevado nível de investimentos para a expansão e consolidação do parque fabril, reinvestimento local dos lucros gerados na cidade de Manaus, diversificação do setor industrial de modo que incorporem maior quantidade de insumos para as fábricas, além do estímulo e dinamização do comércio e do turismo.

Faz-se importante destacar também que a delimitação deste estudo está pautada na força estratégica que a ZFM traz consigo em sua marca e trajetória. Exemplifica-se o logotipo estampado nos produtos fabricados pelo PIM, o qual é estilizado por uma garça em pleno vôo expressando um movimento de "vai-e-vem" e/ou exclusivamente das mercadorias, além de produtos destinados à exportação. A figura 02 ilustra a contextualização das principais zonas francas no mundo, como nos EUA, Europa e Ásia.

Figura 02. Principais zonas francas no mundo



Fonte: Suframa (2017).

Esta pesquisa se restringiu em propor um modelo conceitual utilizando ferramentas descritivas baseado em melhores práticas, sugerindo que o mesmo possa ser aplicado para a realidade e contexto do PIM, e assim prospectando uma visão de sustentabilidade viável para o parque industrial local, com identificação de desafios para implementar e pode colaborar com um modelo de ecoparque industrial.

Nesse sentido, as ações aqui explanadas buscam abordar as questões fundamentais desta pesquisa, conquistando aplicabilidade mais ampla e relevância para outros parques de manufatura bem similares ao PIM localizados em outras regiões, no Brasil e demais países da América do Norte e Europa.

1.5 Estrutura da pesquisa

A presente pesquisa se estruturará em seis capítulos conforme seguem as descrições, buscando deixar assente uma narrativa para explicitar a execução dos objetivos deste estudo.

Inicialmente, a introdução com a identificação do contexto ao problema, perfazendo os objetivos, justificativa, delimitação do estudo e a estrutura do trabalho acerca deste estudo.

Para o 2º e 3º capítulos, reservam-se a revisão da literatura, a qual abarcará assuntos voltados para o histórico com a intenção de subsidiar teoricamente o conteúdo desta pesquisa, a qual está voltada para análise de um modelo conceitual de ecoparque industrial para o PIM. Destacou-se o foco de esforços para a funcionalidade de forma sustentável e competitiva, não se escusando as necessidades da sociedade por meio dos mecanismos de mercado. A abordagem teórica também se fez pelas implementações e alcances para a formulação de estratégias operacionais para a concretude do projeto. No 4º capítulo se expõem os aspectos metodológicos deste estudo, os procedimentos executados, ferramentas utilizadas e validação da própria pesquisa. No 5º capítulo apresenta-se a proposta do modelo conceitual e a análise dos resultados esperados, e por fim as considerações finais no 6º capítulo com as limitações do trabalho, as dificuldades encontradas, como também se indicam sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Ecoparques industriais: evolução do conceito

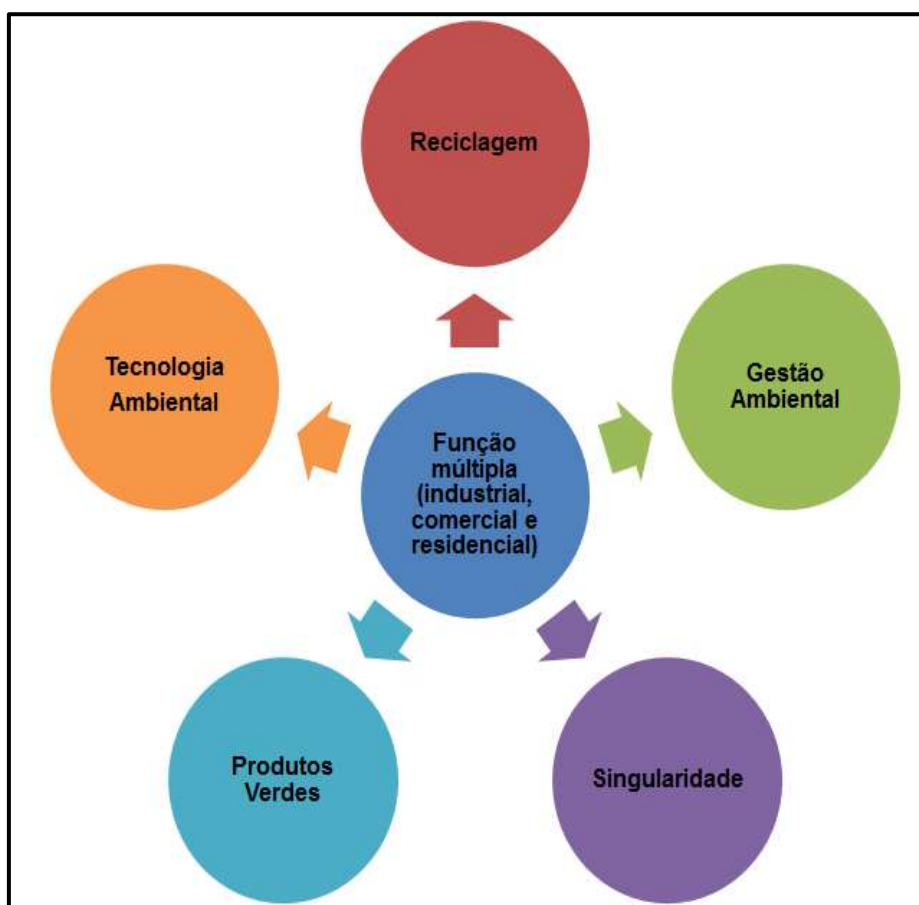
Esta seção apresenta conceitos acerca dos parques industriais e da própria ecologia industrial, existem várias definições de ecoparque industrial. Guo e Xiaomin (2011) já definiam que um ecoparque industrial é um sistema de fábricas que gerencia de modo efetivo a conservação dos recursos naturais e econômicos com redução de produção, de material, de energia e principalmente de custos, ou seja, priorizando a melhoria na eficiência operacional, na qualidade, na saúde laboral. Caracteriza-se ainda em oportunizar a geração de renda a partir do uso e venda de resíduos, convertendo-os em novas matérias-primas.

Nesse mesmo sentido, Festel e Würmseher (2014) afirmam que essa sustentabilidade refere-se a uma comunidade de empresas que cooperam entre si e agem de modo atuante com a sociedade local de forma eficiente, isto é, partilhando recursos (informações, materiais, água, energia, infraestrutura e entre outros), e como consequência as vantagens econômicas e de qualidade ambiental, com equivalência e valorização dos recursos humanos para o negócio e para uma determinada região.

Em nível de fábricas, Bastida-Ruiz et al. (2013) sugerem que um ecossistema industrial envolveria pelo menos uma empresa de grande exportação de produtos processados e conectados a uma das organizações mais capazes de utilizar uma parte significativa dos principais resíduos fluxos das indústrias, uma espécie de âncora. Por sua vez, é imprescindível que a sistemática de fábricas "satélites" esteja em sinergia para que os seus resíduos sejam convertidos em produtos utilizáveis. Fica evidente que o atributo da cooperação é primordial para a sedimentação desse modelo, facilitado por um mecanismo de coordenação e informações partilhas.

É natural que o processo de formação de ecoparques industriais passe por amadurecimentos, e assim Bao e Toivonen (2014) afirmam que a característica essencial é a interação entre as empresas e o meio-ambiente natural. A partir dessas definições, a figura 03 traz um conjunto sistemático de elementos essenciais na composição dos ecoparques industriais.

Figura 03. Elementos essenciais na composição dos ecoparques industriais



Fonte: Bao e Toivonen (2014).

Portanto, a busca pela sustentabilidade industrial apresenta iniciativas voltadas para estratégias mais integradas e colaborativas refletidas diretamente para perenidade do parque, e assim assegurar um determinado padrão ambiental para facilitar a implementação dos princípios da sustentabilidade industrial, e fomentar um ambiente em que a colaboração, inovação e sociedade possam se conectar para a interação das atividades e ações.

As pesquisas ainda apontam que existem dois tipos de definições aplicadas aos ecoparques para serem refletidas em diferentes contextos industriais. A primeira, com foco sobre a base técnica, é direcionada para zonas industriais retrógradas, onde há o uso intensivo de energia e de produtos químicos, entretanto, a transformação dessas matérias-primas cria uma abundância de oportunidades de intercâmbio simbióticas, porém, com pouca interação com o meio-ambiente, uma vez que os seus derivados de resíduos são agressivos e de difícil segregação (JOLLY e ZHU, 2012).

Por sua vez, a outra visão está interligada à sustentabilidade, incorporando a importância das conexões mais enxutas, com mais benefícios ao meio-ambiente, como a prevenção à poluição e, portanto, oferecem menos oportunidades de sinergias com base na troca de subprodutos entre as fábricas contidas no cinturão do ecoparque.

2.2 Os princípios dos ecoparques industriais

A busca pela sedimentação dos conceitos voltados para a implantação dos ecoparques industriais traz à questão a importância dos princípios do ecossistema dentro de um sistema industrial, para assim tentar ilustrar alguns dos desafios mais importantes que envolvem o meio-ambiente, a indústria e a gestão ambiental industrial. A filosofia básica pauta-se na abordagem que o sistema industrial baseia-se na cooperação entre os agentes envolvidos, e principalmente reutilizam resíduos e recursos visando minimizar a exploração de matérias-primas primárias, bem como alavancar a produção de resíduos e emissões de gases desnecessários (BISWAS, 2012).

A busca por um conjunto de ações perfeitas é algo inatingível, entretanto, parece está assente diante das pesquisas que a direção direcionada para o desenvolvimento sustentável demonstra a capacidade para a perenidade do projeto. Sendo assim, Korhonen (2001) condiciona os 04 principais princípios que fazem o pilar voltado para a sucessibilidade dos ecoparques industriais.

2.2.1 Reaproveitamento

Na medida em que os princípios se completam, são essenciais e não se sobrepõe aos demais. O princípio do reaproveitamento relaciona-se com a dependência dos recursos renováveis sobre a utilização de materiais de resíduos (reciclagem de matéria-prima), a energia de resíduos (em cascata de energia) e combustíveis derivados de resíduos. O conceito está mais relacionado com a reciclagem dos elementos, oportunizando assim que o sistema industrial possa operar com a energia livre de estoque procedendo

assim para um paradigma de crescimento ilimitado, onde, a escassez de possíveis recursos não possa existir, pois, efetivamente tudo que é consumido retornará para o sistema.

Operacionalmente, esse princípio aplica nos casos de elementos mais especiais, como o ciclo do oxigênio e do carbono, ou seja, as plantas consomem dióxido de carbono e produzem oxigênio como um desperdício. Os animais, por sua vez, necessitam de oxigênio para a respiração, mas produzem dióxido de carbono como um desperdício decorrente do processo de metabolismo. Isto posto que a implantação de ecoparques industriais tende a circular a maioria dos nutrientes vitais dentro do sistema e beneficiar os resíduos como alimentos, e assim seria o perfil a ser adotado para as fábricas instaladas no PIM.

2.2.2 Diversidade

Além da circularidade dos elementos, a diversidade é um dos princípios que se destaca para as espécies, Os organismos, e principalmente os recursos industriais. Nesse ponto, a ZFM atribui vantagem múltipla de diversificação, pois, de acordo com SUFRAMA (2016), trata-se de um modelo de desenvolvimento econômico implantado pelo governo brasileiro objetivando viabilizar uma base econômica na Amazônia Ocidental, promover a melhor integração produtiva e social dessa região ao país, garantindo a soberania nacional sobre suas fronteiras.

Dentre os conceitos relacionados, os sistemas econômicos e industriais humanos também podem ser diversificados, e também aplicar a diversidade para as áreas de produção (engenharia de produção) e fornecimento (cadeia de suprimentos). É nesse ponto, que uma produção fabril em alta escala pode apresentar redução na pluralidade dos produtos manufaturados, umavez que objetiva maximizar o rápido aumento da homogeneização dos produtos.

Neste quesito, o PIM leva certa vantagem, pois, de acordo com o dados SUFRAMA (2016), a segmentação fabril está alocada em 18 subsetores dispersos nas mais diferentes áreas de produção, corroborando assim a diversidade do polo industrial conforme quadro 01.

Quadro 01. Relação de subsetores/polos SUFRAMA

SUBSETOR	POLO
1. Bebidas não alcoólicas e seus concentrados	Diversos
2. Couros, peles e produtos similares	Diversos
3. Madeira	Diversos
4. Metalúrgico	Diversos
5. Minerais não metálicos	Diversos
6. Mobiliário	Diversos
7. Papel, papelão e celulose	Diversos
8. Produtos derivados da borracha	Diversos
9. Produtos alimentícios	Diversos
10. Produtos químicos e farmacêuticos	Diversos
11. Produtos das matérias plásticas	Diversos
12. Produtos têxteis	Diversos
13. Vestuário, calçados, artigos de tecidos e de viagem	Diversos
14. Construção	Diversos
15. Material elétrico, eletrônico e de comunicação	Componentes
	Produtos elétricos, eletrônicos e de comunicação
	Máquinas copiadoras e similares
16. Diversos	polo ótico
	Aparelhos, equipamentos e acessórios fotográficos
	Isqueiros, canetas e barbeadores descartáveis
	Brinquedos "exceto os eletrônicos"
	Outras empresas do subsetor diversos
17. Mecânico	Relojoeiro
	Outras empresas do subsetor mecânico
18. Materiais de transporte	Duas rodas
	Outras empresas do subsetor materiais de transporte
	Naval

Fonte: Suframa (2016).

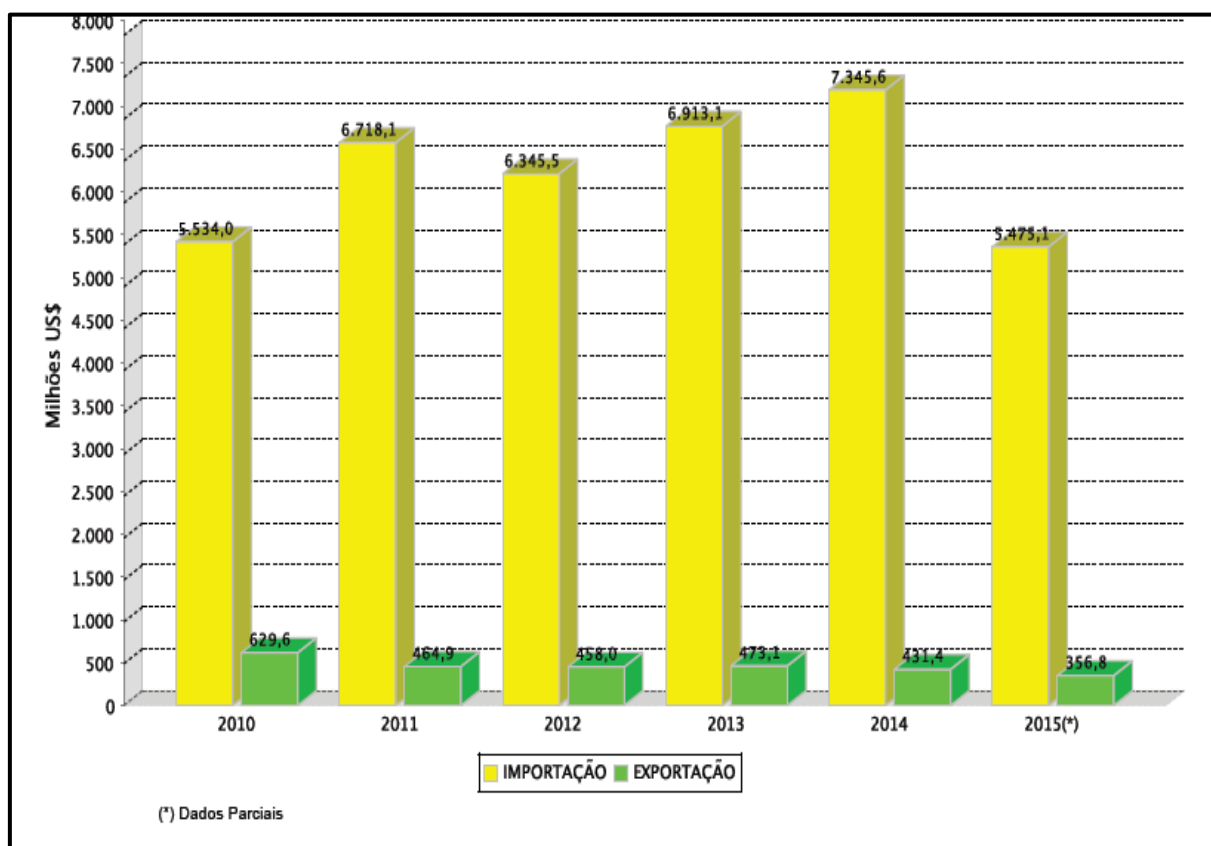
2.2.3 Localização

O princípio da localização corresponde à capacidade de adaptação dos elementos às condições ambientais e a cooperação com os seus parceiros em diversas relações interdependentes. Importante frisar que uma das

características dos ecoparques industriais está na consciência organizacional acerca de respeitar os fatores limitantes naturais da região. No caso específico do PIM, existem lacunas operacionais e estratégicas deficientes as quais são empecilhos para a sedimentação deste modelo.

Dessa forma, o princípio da localização pode ser alcançado quando os sistemas industriais substituem os recursos importados por elementos renováveis locais ou nacionais, adaptando-o aos fatores limitantes naturais. Insta relacionar que as fábricas localizadas na cidade de Manaus apresentam um alto perfil de importadoras, e essa constatação pode-se demonstrada de acordo com a figura 04.

Figura 04. Importação de insumos do PIM



Fonte: Suframa (2016).

Frisam-se ainda as dificuldades locais voltadas para a logística e transportes para a Amazônia, uma vez que a distância entre os principais centros faz onerar custos com fretes, desembaraços e deslocações de materias e demais recursos imprescindíveis à sinergia necessária ao modelo.

Outro ponto a ser explanado refere-se a negligência quanto à substituição dos recursos naturais regionais ou locais em detrimento da inovação tecnológica ou do próprio capital manufaturado, sobrepondo o foco para questões não sustentáveis.

2.2.4 Mudança gradual

Dentre os princípios descritos, pode-se entender que existe uma dependência sistemática para a sucessibilidade do modelo, e é nesse contexto, que o princípio da mudança gradual traz em seu bojo a importância da evolução cultural para se assim desenvolver o ramo industrial, por meio do armazenamento das informações fundamentais na questão ambiental ou do aumento da dependência dos recursos e eliminação de estoques.

No intuito de prover mais confiabilidade, o sistema industrial deve acreditar mais em uso sustentável dos recursos naturais renováveis, e bem como na utilização de material de resíduos e fluxos de resíduos. Além disso, a evolução conceitual promove paulativamente a utilização dos recursos com respeito ao tempo do ciclo da natureza em consonância com os sistemas industriais. Ainda neste aspecto, o princípio da mudança gradual é um facilitador potencial na diversidade do sistema com o suporte do planejamento e da cooperação na interdependência quando da utilização de resíduos entre os elementos envolvidos.

Por sua vez, pode-se observar assim que o princípio da diversidade está interligado diretamente com a mudança gradual, pois, quando aplicado para a política ambiental, industrial e de gestão, poderia, então, passa ter a similaridade com a cooperação entre os diversos e interdependentes sistemas, os quais, os elementos envolvidos utilizam materiais uns dos outros com a aproveitação dos resíduos envolvendo assim fábricas, o poder público, empresas de gestão de resíduos, consumidores, sociedade e entre outros, evidenciando a importância de um polo industrial multifacetado com entradas e saídas que caracterizam a produção sustentável.

Faz-se mister relacionar assim, de acordo com a tabela 01 a interação desses princípios voltados para a consolidação dos ecoparques industriais, e as suas características dentro dos sistemas ambiental e industrial.

Tabela 01. A interação dos princípios dos ecoparques industriais

Ecosistema	Sistema industrial
<i>Reaproveitamento</i>	<i>Reaproveitamento</i>
Reciclagem de material	Reciclagem de material
Cascada de energia	Cascada de energia
<i>Diversidade</i>	<i>Diversidade</i>
Biodiversidade	Diversidade entre os elementos com interdependência e cooperação
Diversidade nas espécies e organismos	Diversidade na entrada e saída industriais
Diversidade na interdependência e cooperação	Diversidade na entrada e saída industriais
Diversidade na informação	Diversidade na entrada e saída industriais
<i>Localidade</i>	<i>Localidade</i>
Utilização de recursos locais	Utilização de recursos locais, desperdícios
Respeito à localidade natural e limitação de fatores	Respeito à localidade natural e limitação de fatores
Interdependência local, cooperação	Cooperação entre os agentes locais
<i>Mudança gradual</i>	<i>Mudança gradual</i>
Utilização de recursos naturais	Utilização de material desperdiçado e recursos renováveis
Evolução por meio de reprodução	Desenvolvimento gradual no sistema de diversidade
Tempo cíclico, período sazonal e taxas de períodos lentos no desenvolvimento de diversidade sistema	Diversidade na entrada e saída industriais

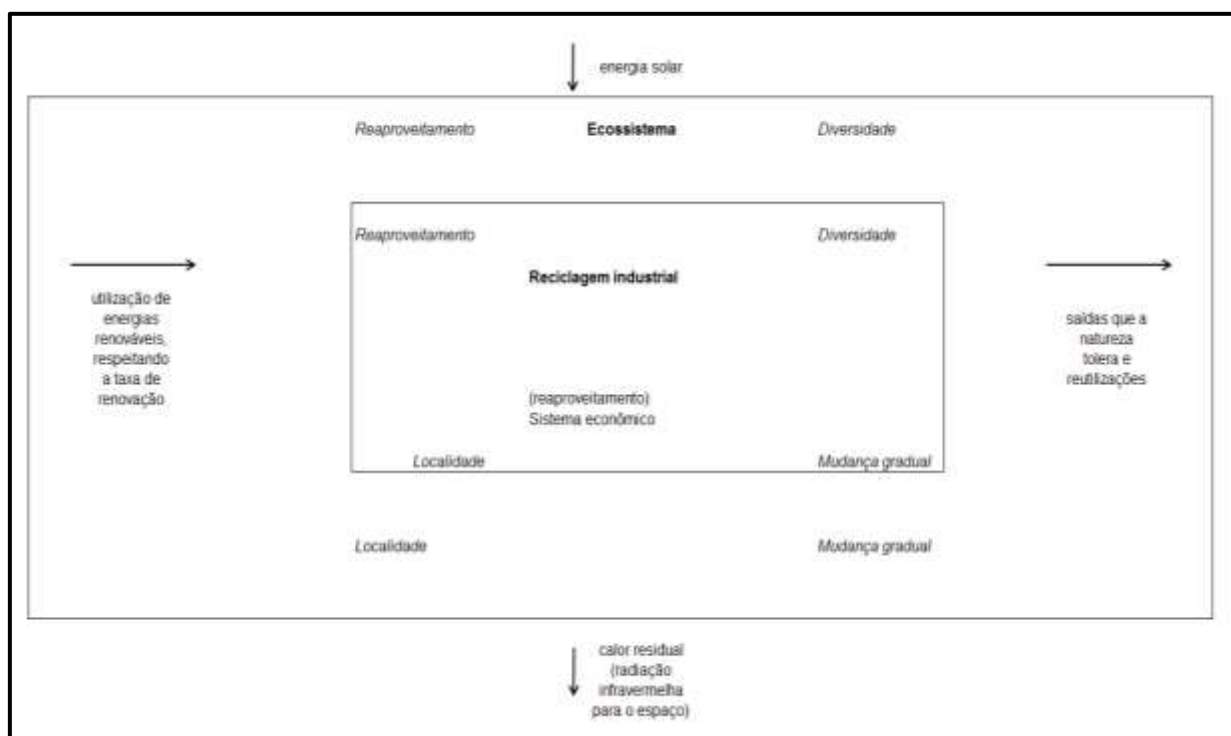
Fonte: Korhonen (2001).

Por conta disso, a mensuração e aplicação desses 04 princípios voltados para a implantação de um ecoparque industrial se apresenta como um ideal mais próximo do modelo apropriado, entretanto, estão distantes para a resolução definitiva dos dilemas da ecologia industrial. A visão mais coerente

está em aplicá-los como instruções potenciais voltadas nas premissas iniciais e ao longo do desenvolvimento do próprio projeto sustentável, para assim se conseguir ganhos econômicos por meio da redução na utilização da matéria-prima e demais custos, como energia, os decorrentes da legislação ambiental, e entre outros.

Faz-se importante ilustrar um modelo padrão de ecoparque industrial conforme a figura 05. É possível verificar a simbiose entre os elementos-chaves para a sua implantação com o suporte dos quatro princípios, ou seja, reaproveitamento, localidade, diversidade e mudança gradual, e assim as entradas como os recursos naturais os quais são essenciais, uma vez que são limitados, não se olvidando da importância da reciclagem industrial.

Figura 05. Modelo padrão – Ecoparque industrial ideal



Fonte: Korhonen (2001).

Assim, a visão apresentada pelos ecoparques industriais baseia-se em uma idealização altamente evoluída a qual apresenta categoricamente que os recursos são limitados e, por conseguinte, o sistema opera por meio da natureza cíclica do fluxo de materiais. E assim, a conjunção desses princípios explanados faz que o sistema industrial possa alcançar o reaproveitamento, a

diversidade, a localidade e em consonância com a mudança gradual, argumentando assim a suscetividade satisfatória da conjuntura dos ecoparques industriais.

Todavia, a abordagem apresentada pelos princípios reflete grande potencial de gerar debates concisos sobre a possibilidade de facilitar gradualmente o desenvolvimento de sistemas industriais em direção à sustentabilidade. Deste modo, a cooperação entre os resíduos e o desperdício de recursos, é o elo para beneficiar as gestões ambiental e industrial, e ainda consideram-se dois pontos fundamentais para esta simbiose:

a) A causa fundamental dos problemas ambientais: é o fato do ecossistema e do sistema industrial operarem de acordo com os diferentes princípios, embora o sistema industrial é uma extensão do subsistema do ecossistema. Assim, ao aplicar os quatro princípios, como reaproveitamento, diversidade, localidade e mudança gradual no contexto dos sistemas industriais há uma oportunidade real de aprendizado na compreensão de algumas inconsistências entre a interação do ambiente e da indústria.

b) A aplicação dos quatro princípios do ecossistema são: ferramentas capazes de identificar os pontos fracos de um determinado sistema industrial e os seus pontos de melhoria, facilitando a sedimentação da ecologia industrial durante o processo de implantação, entretanto, a questão da sustentabilidade industrial está voltada apenas para a fase de implementação, e longe ainda da efetividade econômica, uma vez que os esforços são direcionados para estudos complexos e empíricos, voltados para projetos e modelagem, por exemplos.

A busca pela maximização e produtividade na implantação do ecoparque industrial perfazem além da fase de planejamento, as referências dos princípios os quais podem servir como a base de definição de metas. A localidade, ainda como referência de um dos princípios, visa a redução e a independência de recursos importados para o abastecimento local do parque, forçando assim a sinergia entre os elementos atuantes.

E assim, como consequência, as propostas de ação estarão determinadas à sucessibilidade diante de uma estrutura regida por princípios integrados com a ação de vários atores regionais, públicos e privados, focados em uma agenda voltada para a política ambiental definida com uma formulação

de metas e de propostas para melhorar o processo filosófico de melhoria contínua.

Dentre as demais explicações, fica assente a importância para a realização de discussões baseadas na direção assertiva para o desenvolvimento de conceitos refletidos nas perspectivas interdisciplinares e a na abordagem necessária para a construção de teorias voltadas para a implantação de ecoparques industriais. Em outras palavras, ações voltadas para a reciclagem de resíduos, diversidade em cooperação, fluxo de entradas e saídas, bem como substituição de recursos direcionados para uma visão sustentável.

Assim no que concerne, a finalidade efetiva destes princípios no mapeamento e na avaliação dos ecoparques industriais, é essencial a visão também voltada para um avanço fundamental nos objetivos e na implementação de políticas relacionadas aos recursos naturais e essenciais no sistema industrial, como água, matéria-prima e até mesmo mão-de-obra. A conjuntura formada por esses princípios, molda um amplo conjunto de questões fundamentais e estruturadas em torno de um conceito responsável pela sinergia entre a sociedade e o meio-ambiente.

Assim, para demonstrar a base essencial compilada pelos atributos do reaproveitamento, da diversidade, da localidade e da mudança gradual, a perspectiva de gestão sustentável pode determinar mais eficácia e utilidade ao desempenho do PIM, ou seja, sob o aspecto cultural, sedimentar a região paulatiavemente da importância de identificar as potencialidades regionais e criar condições para transformá-lo em oportunidades de negócios altamente sustentáveis, uma vez que cinturão industrial instalado na ZFM reúne fábricas nacionais e multinacionais com grau de competitividade elevado, e capazes de atender ao mercado nacional e auxiliar o Brasil a consolidar ainda mais a sua inserção no mercado internacional, perfazendo barreiras mercadológicas e estratégicas.

No sentido de demonstrar as externalidades de alguns fatores preponderantes como suporte aos princípios, a participação do governo influencia diretamente os aspectos econômicos e ecológicos, pois, as instituições públicas desempenham um papel divisor quando atuam como partes interessadas e prestam serviços aos usuários na elaboração de políticas

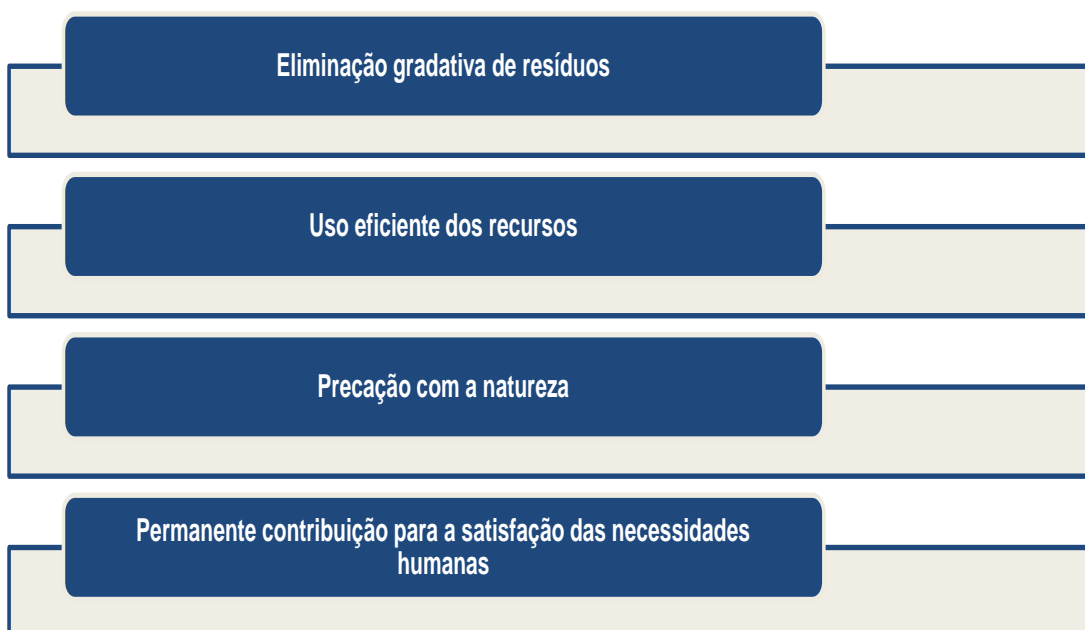
relativas à gestão dos recursos naturais visando mudanças. Com atribuições amplas, a sociedade prospecta assim atingir um estado futuro na consolidação de mais projetos voltados aos ecoparques industriais na região e no Brasil.

2.3 Retrospectivas empíricas: a sustentabilidade dentro da organização industrial

O interesse acerca do conceito de sustentabilidade vem se tornando amplo e aplicável em todas as facetas do empreendedorismo organizacional, e mais fundamentalmente, para a ecologia humana. Do ponto de vista desta pesquisa, o conceito é analisado com um enfoque direcionado para a relevância da sustentabilidade industrial.

X-g et al. (2017) passam a destacar a responsabilidade como um elemento-chave de similaridade para a sustentabilidade, a qual implica que os atores envolvidos na sistemática avaliam constantemente os impactos advindos pelas suas atividades diárias, sejam elas complexas ou rotineiras. Nesse mesmo raciocínio, porém com uma aplicação bem mais complexa, Wei (2010) fornece definição tangível ao categorizar a somatização de quatro objetivos para a formação da base pilar de sustentabilidade de acordo com a figura 06.

Figura 06. Objetivos da sustentabilidade



Fonte: Wei (2010).

Assim, como forma prática de aplicar o conceito operacional, a definição de sustentabilidade perfaz a temas específicos e gerais, o que representa ambiguidade e dubiedade na sua aplicação e uso. Para Xie (2012) o termo é utilizado para representar estabilidade em longo prazo, facilitando a capacidade de manutenção, apoio e suporte em algo continuamente e por um período de tempo prolongado. Certamente, isso é a causa raiz que leva à interpretação para uma diversidade de formas, muitas vezes levando à multiplicação de significados.

De acordo com Zhang et al. (2016), a sustentabilidade é o processo de satisfação das necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras, sendo possível de ser operacionalmente aplicável, útil e apropriada. Em termos práticos, a sustentabilidade torna-se uma visão de ações de indivíduos, empresas, governos e outras instituições agindo com responsabilidade em garantir recursos a serem utilizados em um certo momento.

Ko (2013) afirma que a sustentabilidade em si implica um resultado muito diferente do que simplesmente manter os meios para o padrão de vida desfrutado por grande parte da população alocada em países desenvolvidos, ou até mesmo na realização universal desse estereótipo. Embora seja de fato um dos objetivos da sustentabilidade que as necessidades dos indivíduos sejam alcançadas alicerçadas com boa qualidade de vida, a finalidade precípua implica que os resultados precisam ser atingidos utilizando maneiras diferentes das normas pré-estabelecidas.

A construção para o alcance da sustentabilidade demanda uma visão prospectada em desenvolvimento e em uma sociedade altamente solícita para pensamento e mudanças alternativas nos estilos de vida e de alcance. Valenzuela-Venegas et al. (2016) contudo apontam que inegavelmente, a sustentabilidade exige mudança, ainda mais para os modos de extração de recursos, de processos, fabricação e principalmente de gestão de resíduos. A mudança consiste de fato na avaliação de desempenho econômico quanto à percepção de bem-estar social, e mais criticamente na abordagem de ecologia humana. Nesse mesmo sentido, Taddeo (2016) afirma que a sustentabilidade é um processo contínuo e iterativo, e isso retorna ao conceito de responsabilidade.

3. PANORÂMICO VIGENTE DE ECOPARQUES INDUSTRIAIS: A SÍNTESE PARA AS MELHORES PRÁTICAS

Para Qu et al. (2015), embora existam muitos exemplos de simbiose envolvendo a troca de matéria-prima e demais recursos industriais, os ecoparques industriais ainda apresentam um perfil multifacetado. No entanto, o planejamento e a organização de alguns países permitem experiências nesse sentido conforme é possível verificar na tabela 02.

Tabela 02. Projetos de ecoparques industriais nos Estados Unidos

Cidade	Características
Porto de Cape Charles, Virgínia	Tecnologias sustentáveis, recursos naturais costeiros.
Condado de Fairfield, Baltimore, Marilândia	Transformação de área industrial existente para cogeração, reutilização de resíduos e tecnologia ambiental.
Brownsville, Texas	Abordagem virtual focada na região para incentivar troca de matéria-prima e resíduos, <i>marketing</i> .
Riverside, Burlington, Vermont	Parque industrial agrícola em ambiente urbano, bioenergia e tratamento de resíduos.
Chattanooga, Tennessee	Redesenvolvimento do interior da cidade e das antigas instalações fabris militares, de áreas verdes e de tecnologia ambiental.
Instituto Verde, Mineápolis, Minesota	Pequena escala incubadora de empresas verdes e resíduos reutilização.
Plattsburgh, Nova York	Redesenvolvimento da gestão em base militar, recursos e resíduos.
East Shore, Oakland, Califórnia	Recuperação baseada no parque, paisagismo e eficiência energética.
Londonderry, Nova Hampshire	Pequena escala, e parque com base comunitária.
Trenton, Nova Jersey	Redesenvolvimento de uma área industrial existente e limpeza.
Civano, Tucson, Arizona	Renovação na integração, em negócios ambientais, nos recursos naturais comerciais e residenciais.
Franklin, Youngsville, Carolina do Norte	Complexo comercial com energia renovável e tecnologia ambiental.
Raymond, Washington	Novo parque dentro de uma floresta de crescimento, a reciclagem de resíduos sólidos e líquidos.
Skagit County, Washington	Um novo parque com sistemas de apoio e centros de indústrias ambientais.
Shady Side, Marilândia	Renovação de instalações existentes, manutenção do emprego, em pequena escala ambiental e tecnológica de empresas.

Fonte: Qu et al. (2015).

Como pode ser visto de acordo com a tabela 02, quinze cidades dos Estados Unidos desenvolvem projetos correlacionados com as características exclusivas na consolidação de ecoparques industriais. Nesse mesmo sentido, o Canadá também apresenta alguns projetos industriais em desenvolvimento incorporando características ecológicas com potencial para sua implantação nacional.

As ações preliminares canadenses iniciaram-se em 1992 com uma iniciativa de pesquisa multidisciplinar investigando a possível aplicação e interpretação de características ecológicas e as suas funções aplicadas dentro de um parque industrial.

Keivanpour et al. (2014) afirmam também que a sucessibilidade de um ecoparque industrial está pautada na formação de uma equipe multidisciplinar, pois, a principal base está no envolvimento de fábricas com uma variedade de setores de manufatura e serviços com potencial para a sinergia de resíduos e de matéria-prima. Pesquisas recentes realizadas no país apontam que de 40 cidades as quais detêm um certo potencial voltado para a sustentabilidade industrial, 09 apresentam reais possibilidade de desenvolvimento eco-industrial. A tabela 03 apresenta as cidades, bem como as suas características principais.

Tabela 03. Cidades canadenses com reais possibilidades para EIP

Cidade	Características
Vancouver, British Columbia	Geração de vapor, fábricas de papel, embalagem e parque industrial
Fort Saskatchewan, Sask	Produtos químicos, geração de energia, estireno, PVC e biocombustíveis
Sault Ste.Marie, Ontario	Geração de aço, fábrica de papel, moinho e parque industrial
Estação de Nanticoke, Ontario	Térmica de geração, óleo refinaria, fábrica de aço, cimento e parque industrial
Cornwall, Ontario Power	Geração de vapor, fábrica de papel, química, alimentos, equipamentos elétricos, plásticos e produtos de betão
Becancour, Quebec	Cogeração e fábricas de produtos químicos
Montreal East, Quebec	Cogeração, petroquímica, refinarias, ar comprimido, placa de gesso, de metal refinaria e asfalto
Saint John, New Brunswick	Usina, fábrica de papel, óleo refinaria, cervejaria, açúcar, refinaria e parques industriais
Ponto Tupper, Nova Escócia	Estação geradora de papel e celulose, construção bordo, óleo e refinaria

Fonte: Keivanpour et al. (2014).

3.1 Área de estudo: aspectos relevantes dos ecoparques industriais

Sob uma ótica holística, os ecoparques industriais tornaram-se características comuns no contexto global, porém sua operacionalização ainda é um desafio para os países. Essa perspectiva reflete-se na necessidade de se constituir uma equipe multidisciplinar de pesquisadores e demais envolvidos no processo, pois assim um grupo multisetorial apresenta profissionais e pessoas altamente interessadas na implantação do projeto, minimizando os riscos técnicos com as devidas orientações.

De acordo com dados do PNUMA (2016), mais de 12.000 parques industriais existem no mundo afirmando assim a preocupação em contextualizar a questão conceitual sustentável em relação à segurança ambiental, à facilitação de gestão de materiais, de energia e de resíduos.

Essas informações estão contidas em detalhes no relatório com indicação de diretrizes para a concepção e exploração de novos parques baseado em experiências empíricas em diversas regiões, o Panorama Ambiental Global 5 (Global Environment Outlook) – GEO-5 para Governos Locais”, o qual indica uma compilação de políticas voltadas para os mais diversos assuntos, como estabelecimento de negócios em Tóquio até a gestão ambiental em países como a Namíbia, que mostram que a ação transformadora no nível local pode contribuir com as metas globais e retardar ou interromper a degradação ambiental.

Um dos pontos principais baseia-se no papel que os governos locais têm papel central no desenvolvimento sustentável, moldando a transição para uma economia verde. Além de fazer recomendações que podem apoiar esse direcionamento e ajudar a transferência/transposição de políticas bem sucedidas para outras cidades e países.

Em paralelo, faz ainda indicações específicas com técnicas voltadas para uma abordagem vasta com questões e estratégias ambientais visando a prevenção ou soluções de lacunas e empecilhos que dificultam a instalação de ecoparques industriais em determinadas regiões. Não se trata guia ou manual, mas sim a representação de uma integração das dimensões econômicas, ecológicas e sociais de um projeto altamente desenvolvido para ser

sustentavelmente industrial. Diante desta situação, a figura 07 traz um resumo das principais perquisições indicadas pelo PNUMA (2016).

Por conta disso, os elementos demonstrados na figura 07 são extremamente parecidos com as diretrizes elaboradas para enfatizar a gestão ambiental de um parque em vez de cooperação e interação entre as indústrias, e assim pode-se observar a interação de itens imprescindíveis para a implantação de uma indústria sustentável, como a implantação de metas globais e as suas mensurações, além da participação efetiva do governo, a avaliação fiel da capacidade local e análise de estruturas organizacionais, são características principais que compõe os princípios do PNUMA em sua conjuntura generalizada visando a implantação de ecoparques industriais.

Algumas características podem ser aplicadas para a observância de uma análise coerente para a implantação de ecoparques industriais. São pelo menos três domínios que identificam a coerência para os projetos sustentáveis, porém poucas ainda são suas transações associadas que se interagem dentro do contexto.

Figura 07. Principais perquisições indicadas pelo PNUMA



Fonte: PNUMA (2016).

A característica principal está baseada no desafio que a ecologia precisa ser contextualizada dentro de uma estrutura econômica ou de um negócio, além de uma conexão entre a rede de empresas e da comunidade demonstrando as devidas dimensões sociais as quais moldam o caráter da aplicação sustentável industrial. Outro ponto é a diferenciação adicional a qual precisa ser inerente na formação dos sistemas industriais que procuram a variação adaptativa.

Boix et al. (2015) apontam que o modelo que mais se aproxima do conceito de ecoparque industrial reflete o qual seus participantes incentivam a interação e a conexão entre as empresas, as matérias-primas, a cultura e a polaridade das perspectivas e das compreensões buscando assim conexões mensuráveis e mais convincentes. A saber, existem possibilidades de sistemas compartilhados e benéficos de volume, de qualidade, de transporte e de confiabilidade que precisam ser pesquisadas são necessárias sobre a melhoria da conectibilidade utilizável de recursos de uma fonte para outra.

Ainda existe uma abordagem alternativa para o mesmo conjunto de preocupações que parece principalmente nas organizações como uma relação de negócios. Trata-se de conexões entre as empresas e os processos fundamentais para os parques eco-industriais, ou seja, a reengenharia para assegurar que as ações internas estejam alinhadas de forma que levam à eficiência máxima, buscando o mais alto possível de rendimento com as menores entradas possíveis. Essa entradas podem ser tecnológicas, de matérias-primas, de capital, de trabalho, de energia, de operação, de marketing, e entre outras.

Uma abordagem completa também elabora estratégias para demais componentes essenciais a fim que se garanta a sucessibilidade do negócio. Há certa insuficiência interna que limita a capacidade dos ecoparques industriais, e os seus desempenhos não serão baseados simplesmente nas questões ambientais, mas sim na sua capacidade de competir no mercado, ou seja, as melhorias ambientais são concebidas posteriormente. Se a viabilidade da localização do ecoparque industrial está em questão, a preocupação concernente à redução de custos com elevação das receitas leva a melhores oportunidades de negócios e desempenho ambiental por meio da concepção de qualidade e de consciência ecológica (BAI et al., 2014).

Na medida em que os materiais aplicados na conjuntura dos ecoparques industriais podem ter um impacto sobre o sucesso do negócio, as estratégias mais eficazes são aquelas correlacionadas com a economia bio-regional para garantir escolhas mais ponderadas de materiais e para minimizar o transporte de cargas ambientais. Assim, países como Dinamarca, Finlândia, Austrália, Áustria e em partes da América do Norte evidenciam a melhor eficácia no uso dos recursos com a adaptação das ações intrínsecas ao projeto sustentável.

Outro aspecto importante está na aplicabilidade prática da gestão interna dos recursos e das informações adequadas capazes de produzir em maior nível de qualidade e agilidade nos ajustes essenciais para a continuação do projeto. Sistemas organizacionais internos que respeitem e utilizam os recursos humanos sob óticas novas e diferentes exigências corolárias consistentes apresentam resultados com maior produtividade, maior satisfação e maior resposta aos clientes, combinando o conceito de economia circular e os princípios de ecologia industrial na construção do processo.

Operacionalmente, Kuznetsova et al. (2016) exemplifica que na China a construção de testes pilotos focados na consolidação de parques eco-industriais iniciaram-se em 1999, e, posteriormente, intensificaram-se, com o desiderado de se tornar um meio eficaz para alcançar o desenvolvimento sustentável e melhorando a qualidade industrial, com aceleração, transformação e modernização de uma civilização ecológica no país, com plena essência de interação com a comunidade e a oportunidade econômica.

Assim, pode-se entender que a mais bem-sucedida estratégia de desenvolvimento regional, o modelo do PIM, além de levar à região de sua abrangência (estados da Amazônia Ocidental: Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima e as cidades de Macapá e Santana, no Amapá), o desenvolvimento econômico aliado à proteção ambiental, pode ser estendido à melhor qualidade de vida às suas populações, dentro dos três pólos econômicos: comercial, industrial e agropecuário. Entende-se que o interesse por uma indústria sustentável tornou-se prioridade para a aplicação das estratégias-chave do desenvolvimento sustentável diante de aplicabilidades de soluções convencionais, destacando a necessidade de uma mudança no paradigma da implantação dos ecoparques industriais.

3.2 Gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil

A ABNT, é o órgão responsável entre outras atribuições em gerir a normalização técnica do país. Em 2004, a norma NBR-10.004 definiu e classificou o universo de resíduos sólidos no país. Entre outros detalhes, os resíduos sólidos são classificados em estados sólidos e semissólidos. A geração desses resíduos é explicada, provem de resultados das diversas atividades da sociedade de origens distintas, como a industrial, a doméstica, a hospitalar, a comercial, a agrícola, a de serviços em geral e ainda do próprio processo de varrição. Sendo assim, dependendo da complexidade ou profundidade da origem dos resíduos, entende-se a necessidade de soluções técnicas e economicamente viáveis para sua melhor destinação ABNT (2004).

Para uma melhor compreensão e de acordo com a norma NBR N^o 10.004 a classificação dos resíduos urbanos dar-se-á, em resíduos domiciliares gerados nos lares e em resíduos comerciais produzidos em escritórios, nas lojas empresarias, em hotéis, em supermercados, em restaurantes e entre outros estabelecimentos correlatados. Menciona-se ainda que os resíduos de serviços oriundos da limpeza pública urbana e os resíduos de varrição das vias públicas, limpezas de galerias, terrenos, córregos, praias, feiras, podas e capinação são todos caracterizados como urbanos. Quanto aos resíduos industriais, fonte do estudo da pesquisa, são aqueles dejetos gerados nas em indústrias de processamentos em geral apresentando graus de periculosidade.

No quesito resíduo industrial e pela característica de perigo, houve a subdivisão desses dejetos em três diferentes níveis. O 1^o nível traz a Classe I (perigosos) os quais apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade podendo apresentar riscos à saúde pública. O 2^o nível ou intermediário reflete os resíduos de Classe II (não inertes) os quais são potencialmente biodegradáveis ou combustíveis. Na 3^o classe, ou seja, os resíduos da Classe III (inertes) englobam os dejetos inertes e não combustíveis.

Além dos resíduos urbanos e industriais, destacam-se os de serviços de saúde, que são aqueles resíduos de hospitais, das clínicas médicas e

veterinárias, dos laboratórios e entre outros. A saber, esses resíduos podem ser agrupados em dois níveis distintos. Um dos níveis é dos resíduos comuns, os quais contemplam os restos de alimentos, papéis e invólucros. O outro nível dos resíduos de serviços de saúde corresponde os dejetos sépticos. A característica séptica traz os restos gerados em salas de cirurgias, em áreas de isolamento, em centros de hemodiálise, e entre outros.

Pendem-se ainda a classificação dos resíduos provenientes de portos, de aeroportos, dos terminais rodoviários e ferroviários. Pela transitividade de mercadorias e passageiros apresentada nesses recintos e transportes, há possibilidades de uma geração séptica podendo conter ou não organismos patogênicos transmissíveis de doenças de outras cidades, estados e países. Nessa classificação, destaca-se a preocupação e atenção especial da norma NBR N ° 10.004 em gerir esses resíduos uma vez que seus desdobramentos podem ser assuntos de questões de saúde pública nacional.

Faz-se aqui uma atenção especial a esse grupo de resíduos. A cidade de Manaus apresenta o Aeroporto Internacional Eduardo Gomes como a porta de entrada no modal aéreo de produtos e insumos importados. Para as chegadas dos itens provenientes do exterior na modalidade marítima, o PIM pode ser abastecido por meio dos Portos Chibatão, Superterminais e Porto Público.

A viabilidade logística prescinde de gargalos e procedimentos burocráticos advindos de fiscalizações morosas, exigentes e desarrazoáveis durante a realização de procedimentos alfandegários. Esses entraves prejudicam a competitividade dos produtos manufaturados no país de modo desleal agregando ônus financeiro e atrasos na disponibilidade, pois se tornam anomalias quando comparados a outras opções do mercado.

De acordo com a Infraero (2017), a cidade de Manaus ocupa o terceiro lugar apenas perdendo proporções para as cidades de Campinas e Guarulhos, polos com históricos de movimentações recorrentes e centros do país. Frente a toda essa demanda do PIM, observam-se poucas vias de escoamento logístico para subsidiar a produção local. Em épocas de pico produtivo, o único aeroporto na cidade pode apresentar deficiências em movimentações, entregas e desembarços.

Especificamente, o TECA II recebeu em 2011 grandes reformas físicas em atendimento a exigência industrial local. Atualmente, o terminal dispõe de 15,2 mil m² sob um investimento de R\$ 20 milhões. Sabe-se que a estrutura ainda não atende a contento a demanda das quase 500 unidades fabris instaladas na cidade de Manaus. O espaço físico, a capacidade profissional e o armazém são os elementos chaves para uma melhor adequação do Aeroporto de Manaus.

Seguindo ainda a classificação dos resíduos no país, existem os agrícolas que se correlacionam com os das atividades da agricultura e da pecuária. Exemplificando-os, há as embalagens de adubos, os defensivos agrícolas, os entulhos provenientes da construção civil, como as demolições, os restos de obras, os dejetos de solos de escavações e entre outros. Por último e não menos importante, seguem os resíduos radioativos ou lixos atômicos que são os resíduos de combustíveis nucleares. A saber, seu gerenciamento é de competência exclusiva da CNEN, uma autarquia federal vinculada ao MCT.

A geração de lixo no Brasil aumentou 29% de 2003 a 2014, o equivalente a cinco vezes a taxa de crescimento populacional no período, que foi 6%, de acordo com levantamento divulgado pela Abrelpe (2015). A quantidade de resíduos com destinação adequada, no entanto, não acompanhou o crescimento da geração de lixo. No ano passado, só 58,4% do total foram direcionados a aterros sanitários.

Mais de 41% das 78,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos gerados no país em 2014 tiveram como destino lixões e aterros controlados. Segundo a Abrelpe (2015), esses locais são inadequados e oferecem riscos ao meio ambiente e à saúde. No ano anterior (2014), o percentual foi 41,7%. A metodologia da pesquisa envolveu 400 municípios, o equivalente a 91,7 milhões de pessoas. Por dia, o brasileiro gera, em média, 1,062 quilo de lixo. Isso significa que a maior parte dessa quantidade de resíduo aumentou de maneira considerável os espaços físicos úteis no país, além de representar uma degradação ambiental imensurável.

Pode-se entender que a importância de um processo de gestão de resíduos é ressaltada quando se analisa seu manejo e sua destinação.

Consideram-se os impactos ecológicos a correlação com a defesa da saúde pública, o modo de geração na sociedade tecnológica e sua grandeza em termos qualitativos e quantitativos. Para Scheel (2016), o planejamento de um sistema de gestão integrada pede uma visão multidisciplinar que, incluindo técnicas de engenharia, envolve também aspectos econômicos, urbanísticos e sociais. Frisa-se ainda a participação efetiva dos diversos setores organizados da sociedade nesse planejamento.

Além da participação maçante do setor industrial na geração de resíduos, a própria sociedade participa de maneira ativa nessa fase inicial. A ação no que tange a minimização desses resíduos deveria está concentrada na etapa inicial: como evitar a produção de tantos resíduos através de atitudes conscientes.

Para Santagata et.al., (2017) a limpeza pública é um serviço oneroso para o orçamento de qualquer município porque são consumidos entre 10 e 15% de todo o planejamento financeiro. Certamente, a população desconhece esse tipo de detalhe, por isso, cabe às autoridades competentes em subsidiar informações, educar e gerenciar um planejamento consistente para a destinação dos resíduos sólidos no Brasil. Destacam-se alguns limitantes em gerenciar os resíduos domiciliares, pois dependendo da decomposição encontrada nesses resíduos, prioriza-se um transporte ágil ou uma destinação imediata dos mesmos.

Existe uma complexidade nas características fisiológicas as quais a maioria dos resíduos sólidos apresenta em sua composição. Muitas das vezes a sociedade não dá a devida atenção e importância necessárias para as suas peculiaridades. Um dos agravantes que podem ser explicitados é que os serviços de limpeza pública utilizam produtos de apelo forte para o tratamento dos resíduos.

Além do que, o próprio resíduo em si e na sua real essência, tem sua imagem ligada ao produto e não ao objetivo da limpeza. Racionando certa incredibilidade no que tange à seriedade e formalização dessa questão frente à sociedade, pois, dejetos na maioria das vezes a sociedade em si descarta a ideia de que resíduos podem ser reaproveitados, e retornar à operacionalização e espaço dentro da indústria.

3.2.1 A Lei 12.305/10 (PNRS)

Uma etapa alcançada quanto à regulamentação legal do universo dos resíduos, foi à legalização do processo de gestão de resíduos sólidos no Brasil. A lei 12.305/10 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei dispõe sobre preceitos, metas e ferramentas, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os resíduos perigosos. Versa ainda sobre as responsabilidades dos geradores, do poder público e dos instrumentos econômicos aplicáveis ao país. Em tese, representa algumas inovações, como por exemplo, a criação de planos na esfera estadual na gestão desses resíduos sólidos.

De acordo com Rauber (2011) antes da existência desta lei, os resíduos sólidos estavam principalmente sob as responsabilidades dos municípios conforme ditames constitucionais. Atualmente, é de responsabilidade também dos Estados uma participação mais enérgica no acompanhamento e intervenção sobre o conteúdo dos planos estaduais. Os estados devem determinar o conteúdo e realizá-lo de acordo com seus planejamentos. A lei de resíduos ainda traz a obrigatoriedade geral do poder público para fazer um estudo e posterior acompanhamento do fluxo desses resíduos. Com isso, espera-se que a reciclagem, o aproveitamento, a coleta seletiva dos resíduos sejam práticas realizadas costumeiramente pelos entes federados.

São conteúdos desta e em outras determinações relevantes, como a participação maior de todos os estados brasileiros na concessão de redução na geração de resíduos. Incentiva-se também a fomentação, à reciclagem e à aplicação da reutilização visando à diminuição dos rejeitos, entre outras formas sustentáveis. Como uma das recompensas, a União dará prioridade na obtenção de recursos para cada estado de acordo com a regulamentação dos investimentos em gestão de resíduos sólidos. A ideia é programar uma cultura política nos entes federados através de uma bonificação branda no momento dos repasses financeiros públicos.

Ressalta-se ainda que pela Lei 12.305/10, há uma divisão das responsabilidades sobre a gestão dos resíduos. Além da regulação dessa

política pelo poder público, essa obrigação legal atinge as empresas privadas e a sociedade em geral. Assim, divide-se a responsabilidade entre os diversos agentes os quais são partícipes na geração e destinação dos resíduos sólidos. Além das obrigações, existem as penalidades estendidas às empresas e aos empreendimentos privados em consonância com a Lei 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais).

Pende-se em mencionar que a responsabilidades pelo ciclo de vida dos produtos é solidária. Isso significa que essa lei não restringe a responsabilizar somente os fabricantes, mas consideram também responsáveis os importadores, distribuidores, comerciantes, os consumidores e titulares dos serviços de limpeza urbana ou manejo. A responsabilidade deverá ser dividida de forma individualizada e encadeada. Para isso, entende-se que com mais auxílio na gestão dos resíduos, maiores serão os resultados positivos em termos qualitativos e quantitativos.

Outra característica desta lei é trazer à baila o princípio da responsabilidade compartilhada. Como todo princípio serve de referência pilar para a constituição da formação e constituição na sociedade. O princípio da responsabilidade compartilhada prevê uma obrigação a ser efetivada após a etapa do consumo do material, especificando ainda que todos os custos de uma gestão de resíduos sólidos ineficiente devem ser arcados igualmente entre os agentes que participam da cadeia de produção, consumo e geração desses resíduos.

Outra previsão da lei de resíduos é a criação de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos com a finalidade de apresentar um diagnóstico atual dos resíduos sólidos no Brasil. Além de tudo isso, há o estabelecimento de metas de programas e ações relacionadas aos resíduos para os próximos 20 anos.

A saber, o plano nacional precisa ser atualizado a cada quatro anos para acompanhar o ritmo desenfreado o qual os resíduos se encontram no Brasil. No que tange a esfera estadual, os planos dos Estados desses resíduos previstos têm prazos idênticos e são obrigados a atualizar suas metas e objetivos em quatro anos. A diferença a qual parece explícita está na exigência de procedimentos fiscais para as práticas poluidoras. Com relação aos Municipais, esses entes federados são apontados com as atividades de

operacionalizar os objetivos, metas e diretrizes dos Planos Nacional e Estadual com destaque para o planejamento.

Da mesma forma, a elaboração do Plano Municipal, é uma condição para que os Estados e os próprios Municípios tenham acesso aos repasses de recurso da União. A estratégia é que os entes federados participem em caráter concreto. Nos termos previstos ainda por essa lei é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União a partir da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. Além disso, os empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos também são relacionados à participação desses recursos.

Para Grimberg (2004) cabem aos Estados e Municípios a responsabilidade social frente aos catadores em alternativas de geração de trabalho, renda e moradia. Basicamente a formação do grupo de catadores deveria obedecer a critérios de composição por pessoas físicas de baixa renda. Com esse detalhe, observa-se a preocupação com a integração social entre o poder público e político para a garantia da implementação dos resíduos sólidos frente às questões sociais. Além de reforçar a alavanca no desenvolvimento de um novo paradigma por uma sociedade ainda deseducada.

Todo esse incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, também faz parte dos Planos Nacional e Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos. Repisa-se que se trata de um passo importante para o reconhecimento e valorização nacional da atividade dos catadores de resíduos sólidos no país. Já existem Municípios brasileiros que baseiam seu sistema de coleta e destinação de resíduos sólidos junto ao trabalho de catadores de resíduos sólidos urbanos. A eles cabem a coleta, a triagem e a venda dos resíduos a empresas recicladoras.

Pende-se ainda como obrigação aos titulares da Lei 12.305/10 (PNRS) comandar o programa de coleta seletiva e juntar esforços junto aos demais participantes atuantes da economia e da sociedade iniciativas prospectando o regresso desses resíduos à série de produção dos resíduos sólidos

reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Contudo nem todos os dispositivos descritos na legislação dos resíduos gozam de objetividade. Para Fan et.al., (2017) existem aspectos que podem trazer controvérsias quanto aos aspectos legais. Uma das possíveis incongruências destaca-se a dispensa de licitação para o estabelecimento da coleta seletiva. Outro ponto em discussão é o surgimento e formação do sistema cooperativo e associativo dos catadores de resíduos reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de classe social inferior. A intenção é restringir a constituição de pessoas jurídicas e empresas.

3.3 A aplicabilidade da tecnologia para gestão dos resíduos

A resolução CONAMA Nº 05/1993, além de conceituar os resíduos em seus estados sólidos e semissólidos com suas respectivas origens, afirma que soluções técnicas e economicamente viáveis são ferramentas as quais são bem vindas ao tratamento dos resíduos sólidos. Tudo isso aliado a qualquer outra face à melhor tecnologia disponível, significando a importância do uso da melhor abordagem de qualquer tipo de tecnologia a ser aplicada no gerenciamento dos resíduos alavancando um mercado competitivo no segmento a ser desdobrado e refletindo mudanças nos hábitos da sociedade.

Nessa mesma linha, Comparato (2005) detalha o destaque que a tecnologia tem em globalizar as novas técnicas de transporte e transmissão de mensagens. Assim é possível afirmar que todo o século XX foi dedicado à tecnologia. A agilidade e a velocidade com as quais os dados são facilmente transferidos e transformados em processos rudimentares em etapas mecanizadas são alguns entre os benefícios trazidos pela prosperidade da tecnologia. Pende-se que a gestão dos resíduos sólidos pode e muito utilizar das diversas ferramentas disponibilizadas pela inovação.

Segundo Jardim (2007), as vantagens tecnológicas advindas ultrapassam as ordens ambiental e econômica. No caso dos benefícios econômicos, a redução de custos com a disposição final é a vantagem

econômica que mais sobressai. Assim, impende-se que entre os fatores que incentivam o tratamento dos resíduos sólidos, podem-se citar a preocupação com a escassez de áreas para a destinação final desses resíduos, a ocupação das áreas remanescentes pela a população de menor renda, a economia de energia, a diminuição da poluição das águas e do ar e uma a geração de empregos através da criação de indústrias recicladoras desses resíduos.

Assim como uma das etapas de colaboração para a aplicação do gerenciamento dos resíduos para Dao et. al., (2011) a tecnologia é uma ferramenta a qual pode disponibilizar recursos infinitos acerca das diversas técnicas as quais demandam capacidade de sustentabilidade. Entre as necessidades destacam-se a separação e redução dos componentes, a identificação dos tipos de resíduos, a aplicabilidade de mecânicas na operacionalização, em conversões dos mais diversos produtos e serviços e na própria informação visando sensibilizar e motivar a sociedade para a absorção do material recuperado e entre outras possibilidades.

Para Han et. al., (2016), a essência da gestão ambiental é o compromisso com a responsabilidade implícita no que tange ao desenvolvimento e posterior imposição das ações resolutivas compostas por desafios tecnológicos. Assim preserva-se o meio-ambiente conciliando inéditas opções de para o incentivo de uma próspera economia verde. Isso significa que com os avanços e ferramentas disponibilizadas pela tecnologia, destaca-se mencionar que a questão ambiental pode utilizar de seus benefícios e assim garantir um processo operacional sustentável. Assim conhecimentos e habilidades incorporam ferramentas que auxiliam e desenvolvem uma competitividade saudável.

A inovação tecnológica pode determinar e prover minimizações nos efeitos naturais, entretanto precisa-se atentar para as políticas atuais diante do alto consumismo.

No quesito gestão ainda, a capacidade tecnológica, à medida que esta característica é entendida como um processo contínuo de absorção ou criação de desafios técnicos, determinados, em parte, por fatores externos e, em parte, pelo acúmulo de conhecimentos e habilidades, é necessário buscar de modo contínuo as melhorias da conjuntura.

Assim, é mister reconhecer que qualquer avanço industrial é primordial ser acompanhado por um crescimento na gestão ambiental visto que resíduos serão gerados e por consequência terão que ser tratados de maneira racional. A avaliação da capacidade tecnológica é uma das medições para o desempenho no quesito gestão.

Toda essa capacidade tecnológica é dividida em três tipos: a capacidade tecnológica básica ou de produção, a capacidade tecnológica mediana ou de vínculos e a capacidade tecnológica avançada ou de investimento (X-G et. al., 2017). É válido mencionar que tais capacidades são cumulativas, ou seja, são agregadas ao longo da cadeia de desenvolvimento. Dependendo da articulação e da própria desenvoltura da empresa, pode-se galgar de um nível da capacidade básica para uma intermediária ou avançada. Isso faz com que a própria organização agregue valores ao longo de sua existência.

Singh et. al., (2016) relatam que a capacidade básica ou de produção dessa metodologia relaciona-se às diversas habilidades básicas necessárias para desenvolver a tecnologia adotada (controle da qualidade, da operação e da manutenção) através da realização de pesquisas, projetos e inovações. Corresponde ainda às funções de monitoramento e controle da tecnologia de processo e produto. Já a capacidade tecnológica intermediária ou de vínculos realiza além das atividades operacionais da capacidade básica as de monitoramento da produtividade e melhorias na coordenação dos processos.

Enquanto a capacidade tecnológica avançada ou de investimento identifica o interesse da empresa de se envolver com assuntos e atividades de inovação em departamento de pesquisa e desenvolvimento tanto para processos quanto para produtos. Nessa mesma linha de raciocínio, Boix et. al., (2015) afirmam que o progresso da tecnologia precisa ser direcionado e aplicado diante de objetivos que façam o balanceamento entre crescimento e preservação. Esse norteamento precisa ser alinhado às diretrizes competentes ligadas aos setores de inovação de outros países, preferencialmente os mais desenvolvidos. Assim as ilações progressivas componentes do sistema de acúmulo de riqueza de capitais econômicos e humanos resultarão como o maior trunfo da sociedade.

Assim uma vez definidos os objetivos e estratégias para o controle e uma gestão ambientalmente adequada dos resíduos, a organização deve estabelecer um marco regulador e um planejamento estratégico atentando para as leis, regulamentos ou normas existentes. Menciona-se ainda que o comportamento dos agentes econômicos e da população, além das atividades de controle e fiscalização das instituições públicas com alguma responsabilidade nesta matéria. Assim estabelecem-se formas de cooperação entre os diversos segmentos da sociedade.

Direcionando o processo da gestão dos resíduos para a inovação, traz-se em comento o princípio da redução na fonte, o qual adverte a conveniência de evitar a geração de resíduos mediante a aplicação do uso de tecnologias adequadas, tratamento ou minimização em seu lugar de origem. Aliado a isso, vem em comento um dos princípios de maior inovação, o princípio do uso da melhor tecnologia disponível.

A recomendação para a aplicabilidade deste princípio é, sobretudo para os países desenvolvidos estendendo-o para a licença de funcionamento de plantas industriais novas (BASTIDA-RUIZ et. al., 2013).

Nesse mesmo sentido, a aplicabilidade da tecnologia é estendida também aos resíduos de natureza perigosa a qual indica que sua geração precisa ser a mínima possível no ambiente já que os danos causados pela sua presença na natureza podem ser irreversíveis e assolarem futuras gerações. Geralmente a utilização da tecnologia é mitigada nos países com menores níveis de desenvolvimento e com dependência tecnológica.

Entende-se que pelos motivos expostos que a tecnologia trata-se de um instrumento para a gestão ambiental. Diante desse parâmetro é importante ter a noção de um conjunto formado por diversos componentes que juntos atestam a utilização de técnicas razoáveis administrativas para certificar uma melhoria contínua dos preceitos ambientais. Assim conclui-se que a tecnologia tem um papel fundamental e ímpar nesse contexto.

Entende-se que a cada inovação tecnológica, o processo de gestão de resíduos sólidos torna-se cada vez mais suscetível de melhorias e de uma definição perene quanto aos seus procedimentos. Nesse momento, a adoção da tecnologia é uma medida primordial visando à aplicação de menos energia e

matéria-prima no momento de produção. O avanço de qualquer benefício traz um desenvolvimento histórico para qualquer sociedade e a tecnologia inova a história. Uma combinação entre os setores da política de governo, da concorrência estrangeira, dos esforços e capacidade de construção é uma prova essencial para acelerar o desenvolvimento de capacidades das empresas.

Assim, a política para acelerar o desenvolvimento de capacidade industrial tecnológica do PIM precisa envolver níveis macros, incentivos à concorrência e medidas que facilitem a interação de esforços na construção de capacidade para inovação e sustentabilidade. Desde modo, a tecnologia é uma ferramenta a qual ajuda e auxilia as melhores buscas para formar as produções harmônicas para poupar o meio-ambiente prospectando novos negócios, pois, com a agilidade no gerenciamento das ações, as atividades são previamente planejadas trazendo resultados benéficos.

3.4 Elementos das partes de tratamentos dos resíduos

3.4.1 A Reciclagem

Biswas (2012) relata que nos últimos anos as empresas são pressionadas pelos mais diversos setores da sociedade para seguir com o processo de reciclagem. Fatores como instrumentos de redução, eliminação de custos, reutilização dos resíduos e entre outros formam uma consistente cena de debates para que o desempenho ambiental seja mensurado de forma acurada.

O conceito de reciclagem vem sendo definido pela comunidade científica há algumas décadas. Durante o PNUD em 1998, a reciclagem recebeu o conceito que se trata de uma técnica operacional de reaproveitamento dos resíduos sólidos. Nesse processo, os resíduos passam por algumas fases quem envolvem desde a segregação com outros elementos, permeando pela separação até as etapas de transformação ou recuperação. Durante a reciclagem não se descarta a possibilidade de utilização de algumas

ferramentas econômicas como matérias-primas, energia, tecnologia, entre outras.

Assim combatem-se ao desperdício, à redução da poluição ambiental e à valorização dos resíduos com mudança de concepção em relação aos mesmos. A reciclagem não é uma solução única para os desafios ambientais recente uma vez que outras civilizações arcaicas já a utilizavam em suas práticas ocidentais, a exemplo do povo romano que reedificava cidades destruídas pelo advento de guerras e disputas utilizando os resíduos e restos aparentes.

Quanto às etapas do processo de reciclagem, a classificação se dá em três etapas metodológicas denominadas de recuperação, de revalorização e de transformação. A atividade de recuperação é caracterizada pela separação dos resíduos com o diferencial de fazê-la ainda na fonte, durante a coleta seletiva, a prensagem ou ainda no enfardamento. Quanto à revalorização, os materiais recebem benefícios utilizando a moagem e a extrusão como exemplos. Para a etapa da transformação, trata-se da prática de reciclagem em sua essência, pois se transformam os materiais recuperados ou revalorizados em produtos inéditos.

Quando a ideia de utilizar o processo de reciclagem para frear o contingenciamento dos resíduos torna-se definida, principalmente em zonas e localidades as quais o acesso à logística é precário, precisa-se atentar para o escoamento da atividade. Festel e Würmseher (2014) apontam possíveis pontos fracos a serem desenvolvidos para as limitações, pois caso o transporte não seja viável para a sua comercialização e distribuição, haverá uma demanda de energia desnecessária e infrutífera.

Caso não haja uma visão estratégica de mercado e dispendia-se energia e recursos sem retorno, causarão resultados contraproducentes para todo o gerenciamento, o qual irá enfraquecer os resultados e diminuir as expectativas quanto à sucessibilidade do manuseio dos recursos aplicados.

Entretanto, pendem-se relatar que como todo processo, a reciclagem pode trazer benefícios, porém contemplando riscos para o seu processo de gestão. Existem riscos ambiental, técnico, financeiro e de saúde dos

trabalhadores e dos usuários. A reciclagem é uma atividade industrial, a qual pode gerar resíduos, ser demandada para a utilização em seu processo de produtos químicos, entre outros. Assim, caso os procedimentos adequados não sejam devidamente implantados, a reciclagem pode tornar-se uma atividade perigosa causando danos irreversíveis ao meio-ambiente distorcendo inteiramente sua existência.

Como toda prática existente, a reciclagem traz benefícios imensuráveis para os adeptos. As vantagens advindas, como a minimização da utilização e depredação recursos naturais não renováveis, das matérias-primas e suas fontes. Além da redução na utilização dos espaços dedicados para o acúmulo de dejetos, ou seja, os aterros dando oportunidades e fluência para outras funcionalidades. Incluem-se também entre umas das melhorias da reciclagem à extensão dos resíduos de construção e demolição.

Os dejetos que provêm do setor de construção são parte integrante em 50% do total do conjunto dos resíduos sólidos urbanos. Isso significa que políticas públicas direcionadas à gestão dos resíduos no Brasil precisam atentar para uma rigidez na condução desse fragmento da atualidade no país.

Como todo processo operacional, a reciclagem causa despesas que muitas das vezes não têm o retorno econômico prospectado. Existem custos e muitas das vezes considerados elevados durante o processo, os quais precisam ser inevitavelmente contemplados nas etapas de segregação, de manejo, de armazenagem, de reutilização, de drenagem e entre outros.

Em contrapartida, algumas tomadas de decisão praticadas pelos agentes podem minimizar os impactos financeiros, como a proximidade da fonte iniciadora em detrimento do local físico onde acontece a reciclagem e pesquisas de mercado no que tange à aceitação por parte dos consumidores potenciais quanto à utilização e comercialização de itens recicláveis.

Pode-se afirmar que a reciclagem não pode ser considerada como uma solução definitiva para o problema dos resíduos sólidos. Deve-se entender que a solução depende de atitudes muito mais abrangentes que considerem abordagens de minimização dos resíduos na fonte geradora e reutilização de produtos e embalagens. Somente depois de esgotadas essas opções, os resíduos deverão ser reciclados para que dessa forma a disposição em aterros

seja a menor possível. Há ainda a necessidade de uma conscientização em não produzir resíduos em grande quantidade (SINGH et. al., 2016).

Durante o processo de reciclagem existem momentos críticos os quais precisam ser direcionados para que as técnicas operacionais não sejam conflitantes. Impagliazzo (2010) aponta que a etapa da coleta dos resíduos é o momento crucial para que qualquer processo de reciclagem seja definido como suscetível de fracasso ou sucesso. Para outros cientistas, a atenção está na destinação racional durante os procedimentos aplicados no momento dos despejos. Os resíduos são os mais importantes elementos do processo de reciclagem, pois são novos panoramas e fases de superação.

O processo de reciclagem está intrínseco no conceito de ecodesenvolvimento. A definição está baseada em um desenvolvimento baseado na potencialidade de cada ecossistema, porém levando em consideração a participação das populações locais e a redução do desperdício. O importante é ter a consciência que não basta somente a conservação dos bens naturais, e sim, a destinação saudável e consciente dos resíduos. A satisfação das necessidades básicas frente à disponibilidade dos recursos da natureza é um fator o qual precisa ser considerado na criação e destinação dos resíduos.

Pode-se afirmar que o conceito de desenvolvimento sustentável está literalmente relacionado ao processo de reciclagem e com o progresso que conjuntamente tem a capacidade de atender as demandas da atualidade, entretanto sendo eficaz quanto ao racionamento dos recursos reservados e destinados à sustentação da sociedade no futuro.

Assim limites, necessidades, fatores culturais e sociais e as perspectivas econômicas são fatores que comprometem a existência das gerações. Pende-se frisar que qualquer desenvolvimento somente é possível quando se respeita os limites da própria natureza. A saber, de acordo com a Agenda 21 em 1992, a prevenção do montante de resíduos pode ser abordada através de uma sistemática identificada como 3R. Nesse significado mnemônico tem as disposições de redução, reutilização e a própria reciclagem.

De maneira geral, pode-se concluir que o conjunto 3R inicialmente na recomendação para se reduzir a geração do próprio resíduo. Na segunda

etapa, reutilizam-se os produtos antes de descartá-los por definitivamente e por último encaminham-se os resíduos não passíveis de reutilização para a reciclagem.

Como referência, existem estudos provenientes da Europa que demonstram uma implantação de sucesso para o gerenciamento do processo de resíduos. O Conselho Europeu em 1975 publicou uma série de informações acerca de modos operantes quanto à destinação de resíduos relatando os passos a serem seguidos. Tratam-se de recursos, ferramentas e conhecimento propostos para permitir que as empresas possam identificar as melhorias na redução de resíduos. Quase três décadas após as primeiras discussões acerca do gerenciamento de resíduos, ainda tem-se a ausência de recursos contundentes para que as melhores oportunidades possam ser indicadas para o tratamento dos dejetos.

Após uma postura alternada comportamental, pensa-se na operacionalização econômica do processo de gestão dos resíduos.

3.4.2 A Coleta seletiva

O programa de coleta seletiva é uma solução viável para a separação dos resíduos recicláveis. Operacionalmente, esse método inicia-se ainda na fonte geradora a qual se segregam os papéis, produtos de plásticos, de metais, de vidros e outros. Em seguida, todos esses dejetos são divididos por classe e encaminhados aos centros recicladores. É possível entender que este método deve estar baseado na empregabilidade de uma tecnologia bem aplicada na separação, coleta e reciclagem dos materiais, na informação visando sensibilizar e motivar o público alvo e no mercado para a absorção do material recuperado.

Na concepção de Valenzuela-Venegas et. al., (2001), a coleta seletiva também é definida como uma etapa a qual se separa na fonte geradora os materiais que podem ser recuperados. Uma vez concluída essa fase, se junta o material de cada grupo de componentes, não interessando a natureza e funcionalidade. Como todo processo, o programa de coleta seletiva segue uma

linha de metodologia a dividida em três etapas. Primeiramente recolhem-se de modelo peculiar os materiais recicláveis, após isso, o processo inicia-se ainda na fonte geradora e finaliza-se pela atenção imprescindível do transporte e manejo dos resíduos até os centros recicláveis.

Assim, nota-se que a coleta seletiva é parte primordial na educação ambiental. Primeiramente, o conceito da importância do processo de gestão de resíduos precisa ser esclarecido e esgotado visando à segurança da informação. Após isso, a aprendizagem do cidadão está solidificada para que tenha uma base consistente e dê continuidade a cada etapa do processo, pois uma coleta seletiva bem aplicada faz estender o estímulo à cidadania, à implantação gradativamente de um setor na economia sustentável e perenizado, além de ser uma opção economicamente viável para a sociedade.

A implantação da coleta seletiva é sedimentada progressivamente com resultados a médio e longo prazos. Inicialmente, há a necessidade da consolidação de campanhas de cunho informativo para que tenha a conscientização junto à população. Assim o convencimento por parte da sociedade da importância da reciclagem com orientação para que separe o lixo em recipientes para cada tipo de material. Em seguida, deve-se elaborar um plano operacional de coleta com indicação de ferramentas, veículos, locais e a periodicidade das coletas. Ressalta-se que a implantação de coleta seletiva exige que o sistema tenha capacidade para tratar os mais diversos aspectos da questão.

O envolvimento da população nos esquemas de coleta seletiva é primordial para o crescimento e aceitação dessa prática junto à sociedade. Faz-se observar que para uma acessível e racional adequada coleta seletiva é fundamental a devida operacionalização de unidades de seleção para limpeza e segregação dos resíduos.

O acondicionamento para a venda do material a ser reciclado e a própria coleta dos resíduos também são etapas sacras para que se tenha sucessibilidade. O IBGE define a coleta seletiva na alusão aos detalhes específicos como separação e armazenagem dos materiais recicláveis em recipientes ou áreas onde o resíduo é gerado. O ponto de partida é o foco na origem da produção desses resíduos para uma segregação eficiente de

resíduos orgânicos dos dejetos inorgânicos. Assim evitam-se dispêndios no manuseio e separação desses resíduos uma vez que ainda na origem houve a preocupação em separá-los de acordo com as suas especificidades. Um fator o qual é importante notar é que a participação da sociedade na conscientização no momento de segregar os lixos é primordial para o desempenho do processo.

Nota-se que é importante que a população seja devidamente orientada para que somente separe como lixo seco os materiais que possam ser comercializados, evitando-se despesas adicionais com o transporte e manuseio dos rejeitos. A coleta seletiva é um processo dispendioso, pois demanda maiores gastos financeiros e energéticos, entretanto ainda funciona como o método mais apropriado para a coleta de resíduos oriundos pela sociedade e outros pelos elementos externos. É o conjunto harmonioso, pois emprega fatores sociais, socioeducativos, humanitários e qualitativos durante o processo de reindustrialização.

Repisando a importância da empregabilidade das campanhas educativas oriundas das políticas públicas, Chang e Wei (2000) reforça a importância da mobilização da população permanentemente à sensibilização para a educação ambiental. As etapas componentes do processo de coleta seletiva, bem como as decisões inerentes a cada uma destas, resumem-se à capacidade de processar o montante dos resíduos para mensurar uma quantidade assertiva dos dejetos resíduos, a identificação do local ou área de concentração para a segregação do material e a devida alocação das unidades de transporte e manejo dos veículos.

O processo de coleta seletiva enfrenta dificuldades para a sua implantação e adequação à realidade do país. Os três principais gargalos que se destacam a condição do transporte para a coleta do material porque se entende que os caminhões ou outros veículos que já são utilizados diariamente nas coletas usuais em residências não podem ser os mesmos destinados para a coleta seletiva. Outro ponto crítico é a intermitência das coletas, ou seja, os dias programados e avisados com antecedência à população para que a coleta seletiva aconteça assim novos custos precisam ser contemplados para a efetivação do programa.

Destaca-se como empecilho no processo de coleta seletiva está na consolidação de um centro de triagem. A implantação desse centro precisa seguir um planejamento adequado, pois os recicláveis precisam ser separados por tipo, espécie, classe e composição. A criação desses núcleos centrais necessita de um incentivo de fomento através de financiamentos coletivos públicos. A participação de parcerias públicas é de suma importância. Após a expansão desses centros de triagem, a coleta seletiva poderá fluir de modo mais perene e corriqueiro. A necessidade de avanço tecnológico para o desenvolvimento dos centros é uma demanda crítica (WEI, 2010).

A integração e ação conjunta entre os mais diversos elementos da sociedade como aspectos da demografia, da geografia, da economia, da política e da própria cultura. Todos esses traços que compõe o conjunto de formação precisam de um planejamento local e regional para a propositura de solução para os problemas enfrentados pelos resíduos sólidos, inclusive no gerenciamento da coleta seletiva, está em uma relação interdisciplinar a qual abrange aspectos sociais.

3.4.3 Os aterros sanitários

YU et. al., (2014) afirmam que todos os resíduos, sólidos, líquidos ou gasosos são matérias-primas descartadas e ignoradas por um modelo consumista que privilegia o consumo e não ao processo de reaproveitamento e destinação racional dos dejetos.

Em 1984, a ABNT conceituou o significado de aterro sanitário o qual consiste na colocação de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais. Esse método utiliza diretrizes de engenharia para agrupar os resíduos sólidos em espaços físicos reduzidos. Após a otimização da área, estende-se por cima dos resíduos uma camada de terra concluindo o surgimento de aterros sanitários.

Os aterros sanitários tratam-se do método mais adequado e economicamente viável para gerenciar os resíduos sólidos urbanos não

recicláveis. Entretanto há uma preocupação ambiental na sua aplicabilidade uma vez que consigo trazem a poluição das águas subterrâneas, a emissão de odores no espaço público e a contaminação dos solos férteis. A aplicação dos aterros sanitários é propagada em quase todo o mundo, por se apresentar como a solução mais econômica, quando comparada a outros processos como compostagem e incineração.

O processo recomendado para a disposição adequada de qualquer lixo domiciliar é o aterro sanitário, por meio de uma técnica que usa o solo natural para soterramento em camadas cobertas para acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos. Geralmente, essas camadas contêm material que não gera danos ao meio-ambiente, principalmente ao solo. Preservam-se assim a saúde, a integridade e a natureza do local utilizado para a segregação do material acerca do aterro sanitário.

O IBGE em 2002 por meio de uma pesquisa nacional sobre saneamento apontou o cenário de destinação final do lixo coletado no país. Sabe-se que 47,1% desses resíduos são destinados para aterros sanitários; 22,3% em aterros controlados e 30,5% em lixões a céu aberto.

À época, esboçou-se uma satisfação frente aos números que corroboravam que a população brasileira tinha a conscientização em colaborar para a mais adequada destinação. Uma vez que de acordo com essa pesquisa, mais de 69% de todo o lixo coletado no país estaria tendo um destino final adequado em aterros sanitários ou controlados.

Destaca um fator importante a ser considerado é o processo de escolha de áreas para a implantação de aterros sanitários, já que as condições físicas influenciam na sucessibilidade dos aterros. Um espaço físico de acordo com as devidas precauções, não onera em gastos financeiros, com recursos humanos e degradação ao meio-ambiente.

A tabela 04 traz uma proposta de Schalch et.al., (2002), para os itens os quais precisam ser avaliados preliminarmente para a consolidação de um aterro sanitário sustentável e adequado. Sabe-se que a vida útil dos aterros sanitários não ultrapassa uma década e que para uma melhor otimização do transporte dos resíduos do ponto de origem até o local de concentração, recomenda-se em média de 10 a 20 km para mensurar a distância.

Outros detalhes quanto zoneamento, densidade populacional e entre outros são também identificados no momento dos critérios para avaliação de instalação de qualquer aterro, uma vez que, são itens de uma conjuntura de desenvolvimento de uma região, pois, a alocação dos dejetos deve ser criteriosamente analisada e respeitadas as condições de estrutura física e ambiental do espaço.

Schalch et.al., (2002) afirmam que existem vantagens e desvantagens em utilizar aterros sanitários como medidas paliativas na contenção e gerenciamento dos resíduos sólidos. Entre as vantagens destacam-se a facilidade na execução e operação dos serviços de terraplanagem com a diminuição com custos. Assim, os aterros constituem uma opção fácil, rápida e menos onerosa possível para a sociedade, estado e municípios.

Contextualizando a cidade de Manaus, entre os anos de 2011 e 2015, o único aterro sanitário da região licenciado para descarte do lixo doméstico e de terceiros produzidos na capital, perdeu dois anos de vida útil. Há quatro anos, a Semulsp estimou que o espaço teria capacidade para funcionar por mais 11 anos, considerando a série histórica de produção de resíduos.

O aterro recebeu, apenas nos três primeiros meses de 2017, 236.821 toneladas de resíduos sólidos produzidos em Manaus. O número corresponde a 24,5% das 966.923 toneladas relativas aos 12 meses de 2014, e 25% do total registrado em 2013, quando foram descartadas 947.420 toneladas no local. Localizado no quilômetro 19 da rodovia AM-010, que liga Manaus ao município de Itacoatiara, o Aterro Sanitário da cidade recebe, atualmente, em torno de 2,8 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia.

Trata-se de um volume relativamente elevado para os parâmetros da cidade que precisa receber certos contingenciamentos de gestão operacional, principalmente relacionado aos resíduos industriais, os quais despejam os seus resíduos no município de Iranduba e localidades próximas.

É nesse sentido, que a tabela 04 apresenta os critérios para avaliação das áreas visando a implantação de aterros sanitários em localidades recomendadas e de acordo com as condições aplicáveis, com as suas respectivas classificações das áreas e os dados necessários para melhores gestões.

Tabela 04. Critério para a avaliação das áreas para a instalação de aterro sanitário

DADOS NECESSÁRIOS	CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS		
	RECOMENDADA	RECOMENDADA COM RESTRIÇÕES	NÃO RECOMENDADA
Vida útil	Maior que 10 anos	10 anos a critério do órgão ambiental	
Distância do Centro atendido	Maior que 10 km	10 - 20 km	Maior que 20 km
Zoneamento ambiental	Área sem restrições no zoneamento ambiental		Unidade de conservação ambiental e correlatas
Zoneamento urbano	Vetor de crescimento mínimo	Vetor de crescimento intermediário	Vetor de crescimento máximo
Densidade populacional	Baixa	Média	Alta
Uso e ocupação das terras	Áreas devolutas ou pouco utilizadas		Ocupação intensa
Valorização da terra	Baixa	Média	Alta
Aceitação da população e das entidades ambientais não governamentais	Boa	Razoável	Intermediária
Distância dos cursos d'água (córregos, nascentes, etc)	Maior que 200 m	Menor que 200 m com aprovação do órgão ambiental responsável	

Fonte: Schalch et.al., (2002).

3.5 O papel do acordo de cooperação técnica dos resíduos industriais da ZFM - JICA

O PIM é um dos mais modernos parques industriais da América Latina. É um complexo econômico híbrido nacional e internacional. A riqueza econômica e o desenvolvimento trazido para a região são indiscutíveis, porém, existem ainda pontos no modelo que precisam ser ajustados com a mais severa atenção e gerenciamento. Em caráter iminente, destaca-se a quantidade de resíduos produzidos por toda essa produção industrial.

Este ponto motivou o JICA e a Suframa a firmar um acordo de cooperação técnica com o objetivo de avaliar as atuais condições de manuseio e gestão de resíduos industriais no PIM. Vale ressaltar ainda que esta parceria envolve a Fieam, o Cieam e outras entidades a fim de desenvolver o um plano diretor com propostas de ações para a melhoria da gestão de resíduos industriais da região.

Atualmente, vem ocorrendo a implantação do projeto pela Suframa e IPAAM em parceria com geradoras e gestoras de resíduos (iniciativa privada). A Suframa vem realizando a ação que visa a entender e consolidar os dados do tratamento e do descarte atuais dos resíduos gerados no PIM, de forma a assegurar que todas as fábricas instaladas e em operação entreguem seus inventários de resíduos sólidos industriais de forma padronizada e tempestivamente, ou seja, todos os anos.

Para tanto, a Suframa tem realizado a disseminação do *software* para Banco de Dados do Inventário de Resíduos, o qual deverá ser oficializado pelo órgão ambiental estadual desde 2012. As metas contidas no JICA englobam desde um estabelecimento padrão de uma gestão ambiental com descarte adequado até uma estrutura oficial no que tange às orientações, monitorações e regularizações.

O estudo foi implementado por meio das ações e tem como objetivo o estabelecimento de um sistema adequado de gestão de resíduos industriais no PIM. Para tanto, foram cumpridas metas como a) estabelecimento de gestão, tratamento e descarte adequados de resíduos industriais pelas fontes geradoras (fábricas, etc.); b) a implantação de um sistema adequado de

descarte dos resíduos industriais liberados pelas fontes geradoras; e c) organização de uma estrutura administrativo-organizacional para promover, orientar, monitorar e regular essas metas.

Para alcançar tais metas, o JICA basicamente partiu de três questões principais:

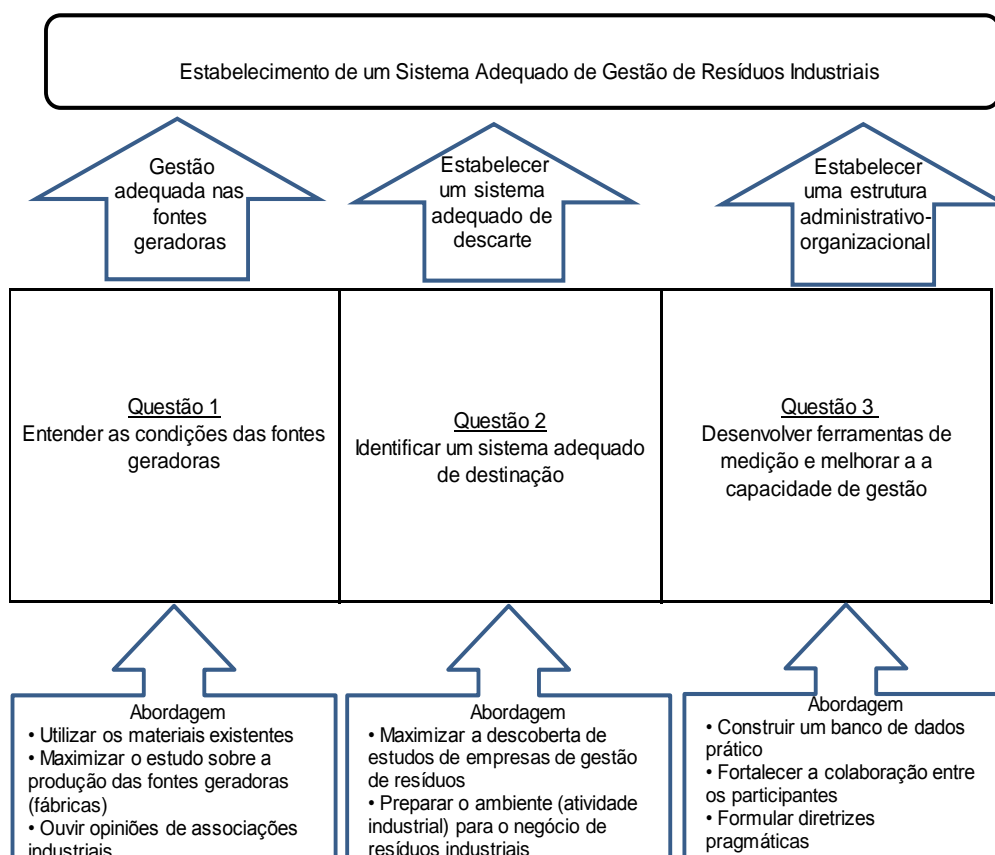
Questão nº 1. Como entender as reais condições das fontes geradoras de resíduos industriais (fábricas, etc.)?

Questão nº 2. Como estabelecer um sistema de descarte adequado de resíduos industriais?

Questão nº 3. Como definir ferramentas de gestão de resíduos industriais?

A figura 08 mostra um modelo padrão de um Estabelecimento de um Sistema Adequado de Gestão de Resíduos Industriais proposto pelo JICA.

Figura 08. Sistema Adequado de Gestão de Resíduos Industriais



Fonte: JICA. Suframa, (2010).

Ainda de acordo com o JICA (2010) todo o levantamento técnico e específico para um mapeamento do perfil residual industrial manauense obedeceu a questionários, entrevistas e visitas técnicas em 457 fábricas locais. Tal estudo ainda baseou-se no entendimento das práticas já consolidadas investigando fluxos ainda não coerentes e ineficazes juntamente com um plano de resíduos como escape para um ingresso em uma nova promissora jornada sustentável.

O Plano Diretor de Gestão de Resíduos Industriais JICA (P/D de GRI) é essencialmente um plano prospectando uma ação enérgica em cinco anos (ano alvo 2015) o qual define os procedimentos adequados de uma coleta industrial e ainda estabelece os procedimentos adequados de coleta, tratamento e destinação final de resíduos baseando-se no princípio primordial dos 3R's (Reciclar, Reutilizar e Reduzir) minimizando os impactos negativos ao meio ambiente.

Assim ações devem ser adotadas no sentido de resolver pontos ainda em discussão como a necessidade de esclarecer as práticas de GRI, a ausência de um aterro adequadamente licenciado para o foco industrial, as inconsistências administrativas e o preenchimento de lacunas visando o aprimoramento do ambiente de negócios onde atuam as empresas de serviços de resíduos. Assim, o P/D de GRI cria um sistema adequado de gestão ambiental de resíduos industriais em Manaus indicando soluções de melhoria para resolver os questionamentos.

Há ainda a preocupação em criar os parâmetros para o sistema de manifesto e do inventário de resíduos garantindo a destinação final dos resíduos industriais e o fortalecimento da administração da GRI por meio de capacitação, regulação e cooperação entre os envolvidos. Também influencia na cooperação de um cultivo em um ambiente de negócios e práticas que eliminará gradativamente o descarte inadequado fomentando as melhores práticas.

Paralelamente a isso, o P/D de GRI JICA (2010) estimula empresas ainda nascentes que já incorporem aos seus procedimentos técnicas altamente sustentáveis, educando-as nos moldes ambientais já corretos. Existe também a proposta de um cadastro mestre, ou seja, um sistema integrado de informações

compartilhadas que possam ser monitoradas pelos órgãos fiscalizadores a cerca do montante de resíduos que está sendo tratado internamente (nas fábricas) e externamente (pelas empresas de serviço de resíduos contratadas). Tais informações disponíveis em tempo hábil tornam-se um facilitador na construção de políticas públicas, mapeamento urbanos, melhorias contínuas e fortalecimento de projetos sustentáveis.

Os objetivos propostos pelo JICA (2010) iniciam-se desde a revisão das atuais condições da gestão de resíduos industriais na ZFM / PIM e seus arredores até a compilação dos resultados em forma de relatório. Há ainda a propositura de formulação de um plano diretor de gestão de resíduos industriais no PIM (plano de cinco anos, de 2011 a 2015), e o esboço das diretrizes para a melhoria da gestão de resíduos industriais.

Quanto às metas finais, o JICA estabelece o descarte adequado de resíduos industriais e os 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) com base no plano diretor de gestão de resíduos industriais na área alvo do próprio estudo com o estabelecimento do descarte adequado de resíduos industriais. Propõe ainda a redução do descarte inadequado de resíduos industriais minimizando os impactos ambientais e a realização dos objetivos acima, tanto as empresas nacionais quanto as estrangeiras serão encorajadas a vir para o PIM e criar novas oportunidades de trabalhos.

3.6 Seleção dos modelos de ecoparques industriais

Barbieri (2010) relata que os resíduos são as soluções e não podem ser vistos como fins de processos. Para o desenvolvimento de um modelo de gestão integrada dos resíduos industriais do polo de Manaus têm-se como referência os mais diversos modelos propostos para todos os perfis de resíduos, projetos para o meio-ambiente gestão integrada, avaliações, diagnósticos e entre outros.

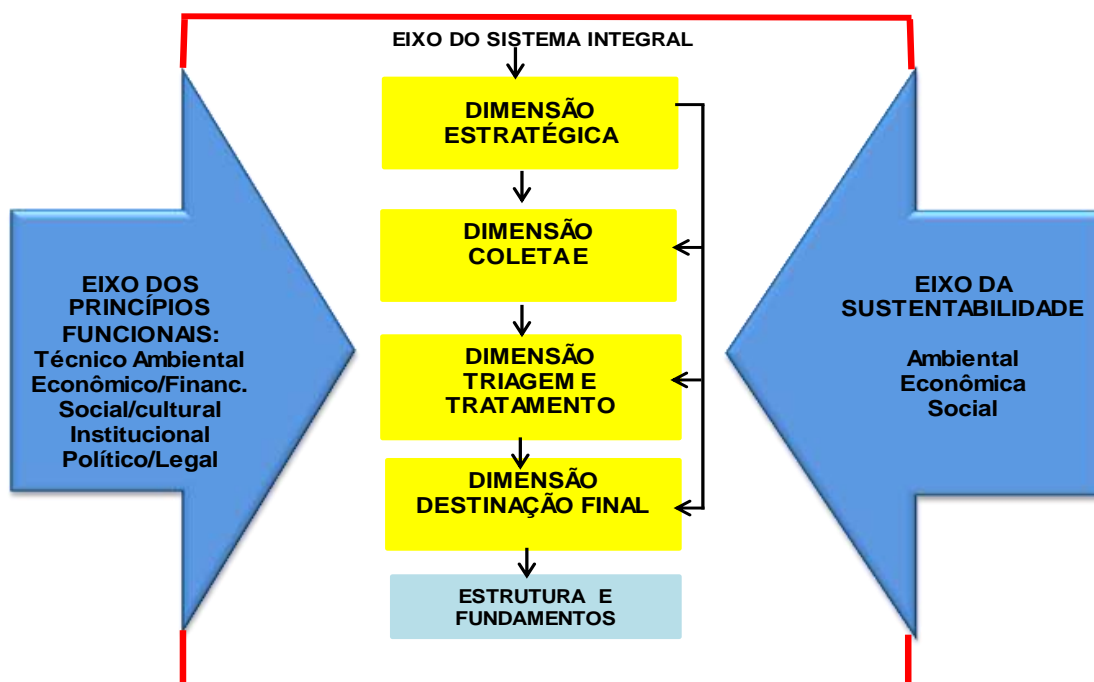
Um dos referenciais os quais se aproxima da necessidade os resíduos industriais da cidade de Manaus são os modelos calcados na sustentabilidade, tecnologia, educação ambiental e pessoas alinhando-se à gestão integrada.

Assim, toda gestão integrada aos resíduos precisa estar alinhada aos objetivos estabelecidos e aos seus eixos de integração.

A figura 09 traça entre as diversas linhas as estratégias, planejamento, os diversos setores técnicos e ambientais, as instituições privadas e públicas, preocupando-se com as coletas, transportes, manejos dos resíduos, permeando as condições ambientais até que se tenham estruturas e fundamentos aptos para a formulação do modelo em atendimento à necessidade. Garantem-se nesse momento alguns quesitos essenciais como garantia à saúde, gestão participativa entre a sociedade e governo, alianças cooperativas entre os setores públicos e privados, promoção da educação ambiental envolvendo o cenário do conceito 3R, entre outros.

A ideia é ter os pilares desse conceito sedimentados para que possa ter consistência e aderência para que o modelo a ser aplicado à indústria do Polo Industrial de Manaus seja racional e efetivo. Dimensiona-se o sistema com uma visão estratégica envolvendo vários departamentos da sociedade.

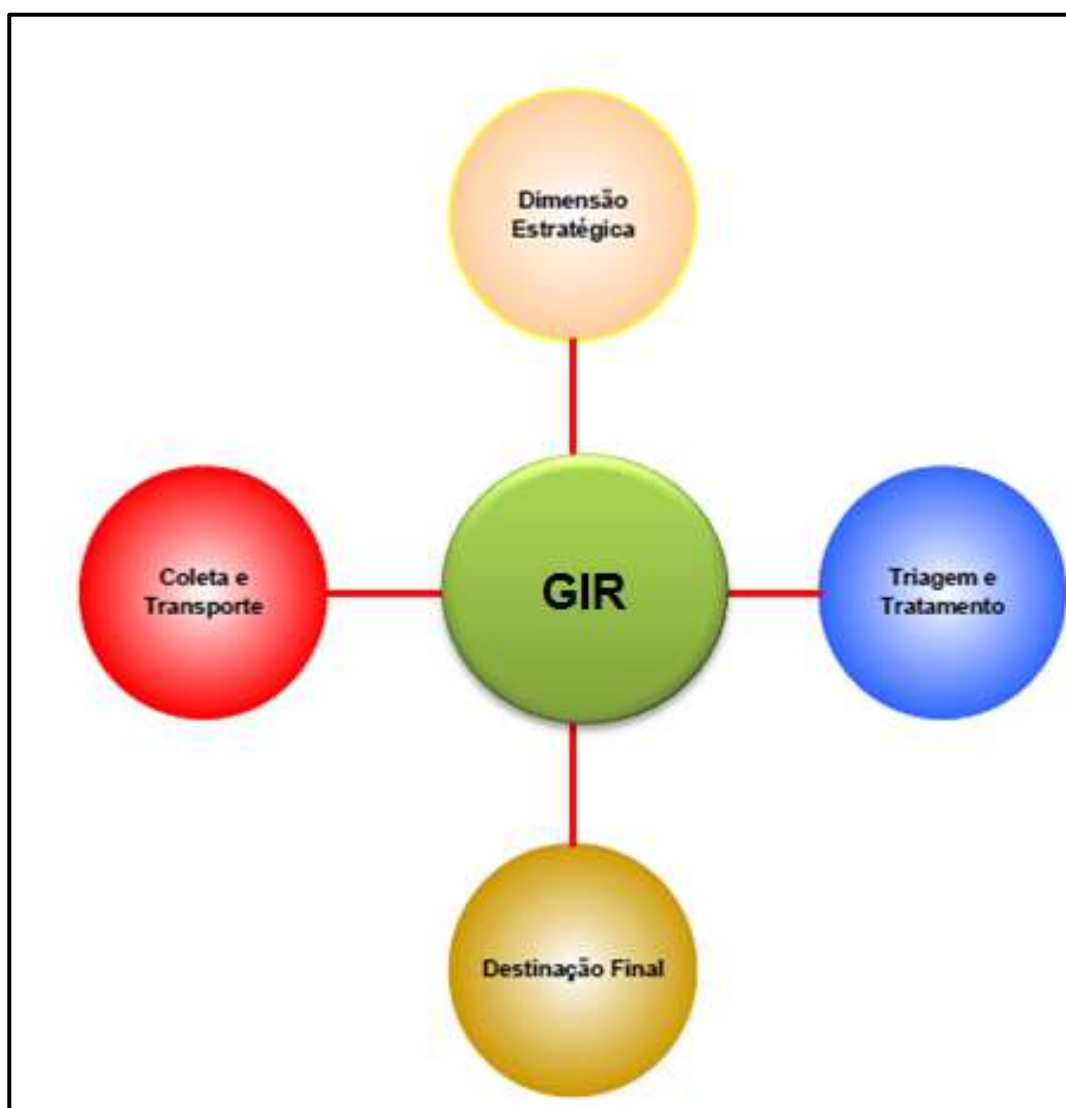
Figura 09. Estrutura do Modelo Proposto com a Definição dos Eixos de Integração



Fonte: Santagata et. al., (2017).

Estendendo os paradigmas de Santagata et. al., (2017), a excelência de um integrado sistema consegue gerenciar desde a parte estratégica intrínseca e sistêmica até a cadeia operacional dos resíduos industriais. Especificamente, diante da complexidade do PIM e seus segmentos há a necessidade de consistência no gerenciamento holístico para que todas as etapas possam ser cumpridas de acordo evitando resultados contraproducentes. A figura 10 centraliza o GIR e suas quatro dimensões as quais formam a base da sua consolidação para a propositura de um modelo conceitual dos resíduos industriais no PIM.

Figura 10. Representação Esquemática das Dimensões que compõe o modelo

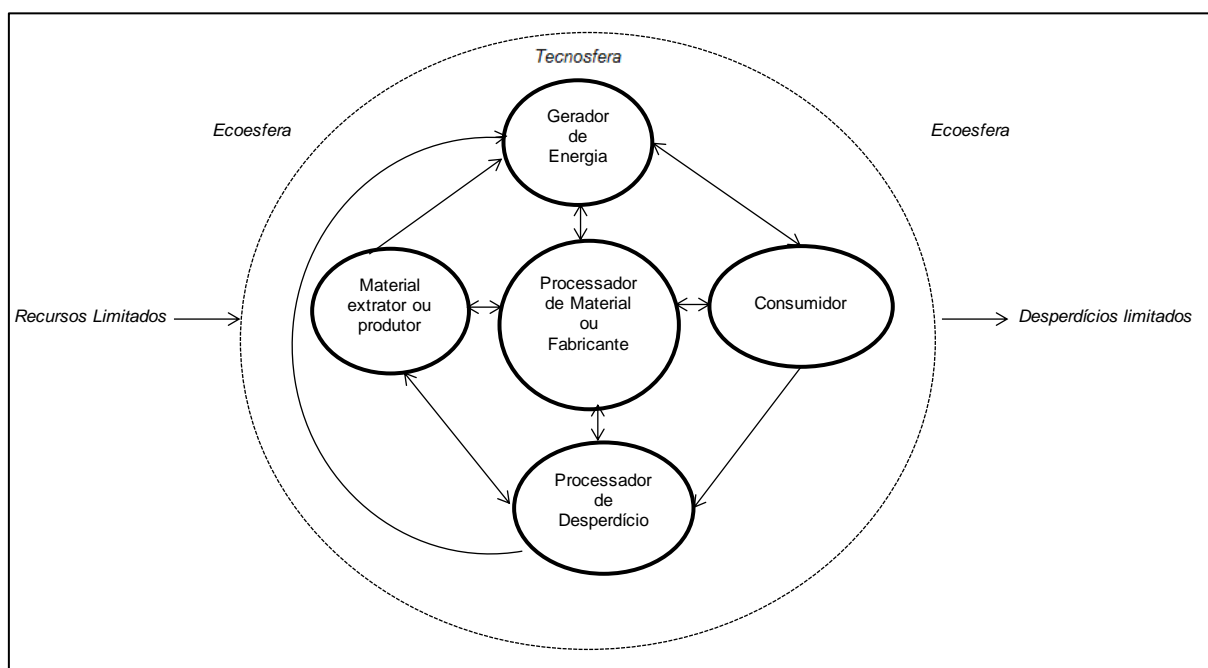


Fonte: Adaptação. Santagata et. al., (2017)

Seguindo os fluxos de processo e elaboração em sistema de visão é possível apontar soluções visando à redução dos impactos, entretanto aumentando os níveis de produção. Pode apresentar ainda por recorrentes vezes, as questões envolvendo sustentabilidade como medida preventiva para a geração de resíduos, inclusive industriais.

A figura 11 traz um dos tipos de modelo industrial baseado no ecossistema focado no fabricante, ou seja, ainda durante o processo de produção. Para Despeisse et al., (2012) as questões envolvendo sustentabilidade apresenta em seu contexto vários níveis. Na origem observa-se e sugere-se que medidas paliativas como inicialização de produtos no momento ainda da concepção até a desmaterialização para reduzir a ingestão de resíduos na tecnosfera.

Figura 11. Tipo II modelo industrial ecossistema focado no fabricante



Fonte: Adaptação. Despeisse et al., (2012).

A segunda fase, ou durante o processo de produção, são válidas as aplicações de técnicas organizacionais como medidas para alavancar a eficiência com as quais os recursos são transformados em bens de consumo agregando valor a cadeia. Finalizando com o curso do processo em circuito fechado de circulação dos recursos identificados dentro da tecnosfera

impendem-se as práticas de reutilização, processos de remanufaturas visando aproveitamento dos resíduos e a própria reciclagem.

Sabe-se que os diversos modelos conceituais que propõe soluções sistêmicas ou integradas para a gestão de resíduos industriais incorporam preceitos, princípios e ideias que generalizam as prevenções à poluição, ao racionamento de energia, água, entre outros itens chaves do meio-ambiente. Para Barbieri (2010), o quadro 02 traz modelos, características básicas externando seus pontos fortes e fracos potenciais geridos pelas principais entidades promotoras.

Quadro 02. Exemplos de modelos de gestão ambiental – Resumo

Modelo	Características básicas	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Principais entidades
Gestão da Qualidade	Extensão dos princípios e práticas da gestão da qualidade total às questões ambientais	Mobilização da organização de clientes e de parceiros para questões ambientais	Depende de um esforço contínuo para manter a motivação inicial	GEMI
Produção Mais Lima	Estratégia ambiental preventiva	Atenção concentrada sobre a eficiência operacional	Dependente de desenvolvimento tecnológico e de investimentos	PNUD
Ecoeficiência	Eficiência na aplicação dos recursos ecológicos	Ênfase na redução da intensidade de materiais e energia em produtos e serviços	Depende de desenvolvimento tecnológico, de políticas públicas apropriadas e de contingentes significativos	OCDE; WBCSD
Projeto para o meio-ambiente	Projetar produtos e processos considerando os impactos sobre o meio ambiente.	Inclusão as preocupações ambientais desde a concepção do produto ou processo.	Os produtos concorrem com outros similares que podem ser mais atrativos	USEPA

Fonte: Barbieri (2010).

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Fundamentação e procedimentos da pesquisa

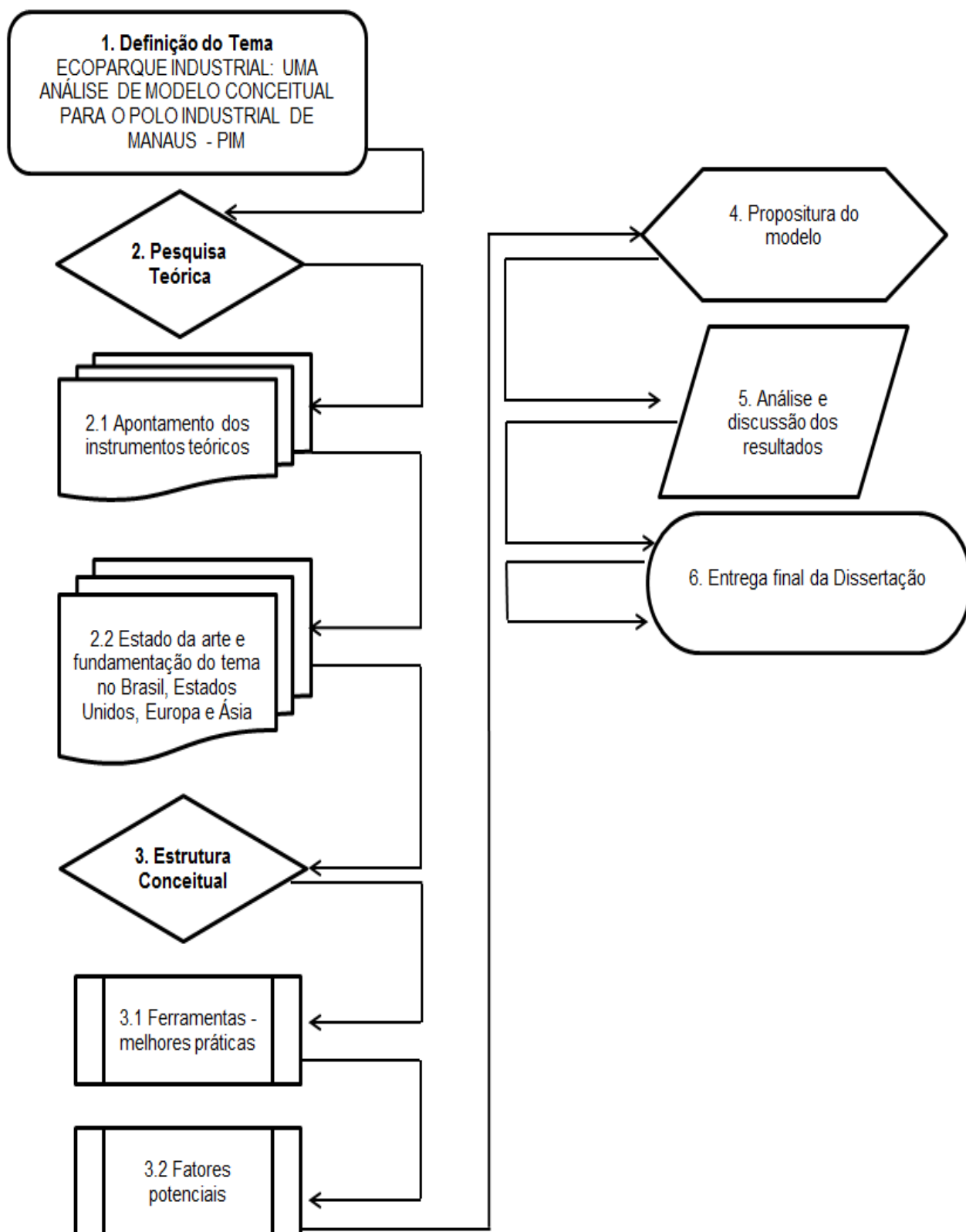
A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa foi do tipo melhores práticas de acordo com Kaizer e Oshiro (2016). O estudo descreve ações voltadas dentro do País e em outras localidades na Europa, Ásia e América do Norte acerca das implantações de eco parques industriais já em plena operacionalização. Para efeitos didáticos, o fluxograma apresentado na figura 12 apresenta as seis etapas da metodologia aplicada neste estudo.

Outra metodologia idealizada para esta pesquisa seria o estudo de caso aplicado à engenharia de produção, entretanto, não se aplicaria de acordo conforme a contextualização deste estudo, pois, envolveria uma seleção de abordagens qualitativa, quantitativa ou de métodos mistos para abordar as problemáticas em consonância com os processos, seus efeitos sobre o escopo da investigação e a apuração dos resultados.

Nesse sentido, as melhores práticas trata-se de uma metodologia sedimentada na literatura internacional principalmente para os assuntos voltados para os padrões de ecoparque industrial. A base concentra-se em fatores como esforços e recursos necessários de planejamento buscando a aplicação bem-sucedida dos princípios sustentáveis. Com a escassez dos recursos naturais em termos quantitativos e qualitativos, as práticas de recuperação dos recursos podem ser transformadas em oportunidades ímpares de negócio até então dos retrógrados parques industriais para ecossistemas industriais.

Conforme explanado anteriormente, a primeira evidência do conceito de ecoparques industriais surgiu em 1989 em Kalundborg, na Dinamarca. Desde então, outros exemplos em países como Estados Unidos, Canadá, Japão e Austrália foram implantados demonstrando benefícios altamente incomparáveis, especialmente as experiências com as sinergias elétricas e de materiais. Entende-se que os parques industriais são os motores da industrialização e da prosperidade, corroborando com o desenvolvimento econômico ágil de transferência e adaptação das tecnologias.

Figura 12. Fluxograma da metodologia do estudo



Fonte: Elaboração autora (2017).

A pesquisa está norteada pelas melhores práticas, a qual permeou pelo ponto de partida pela revisão literária de artigos e periódicos publicados nos últimos 5 (cinco) anos, apresentando o estado da arte dos modelos conceituais na implantação de ecoparques industriais, e após isso, a sedimentação das suas características e peculiaridades adaptáveis para o PIM, com as devidas análises e conclusões. Houve ainda a análise sobre os princípios inerentes à implantação de ecoparques industriais, relativos à caracterização da economia da ZFM, com consultas regulares na Suframa, à gestão de resíduos do PIM por meio do JICA e sua contextualização para a região.

O objetivo destas etapas (1, 2 e 3) está na identificação dos contextos crescentes com a preocupação ambiental buscando a contribuição para um desenvolvimento mais sustentável das atividades industriais, pois, os modelos de ecoparques industriais em países como os Estados Unidos, Canadá e da Europa evidenciam os métodos de otimização empregados para formular e aperfeiçoar a análise crítica do estado da arte, e com propositura de evidenciar e solucionar lacunas existentes na relação sistêmica entre a organização industrial e o meio ambiente.

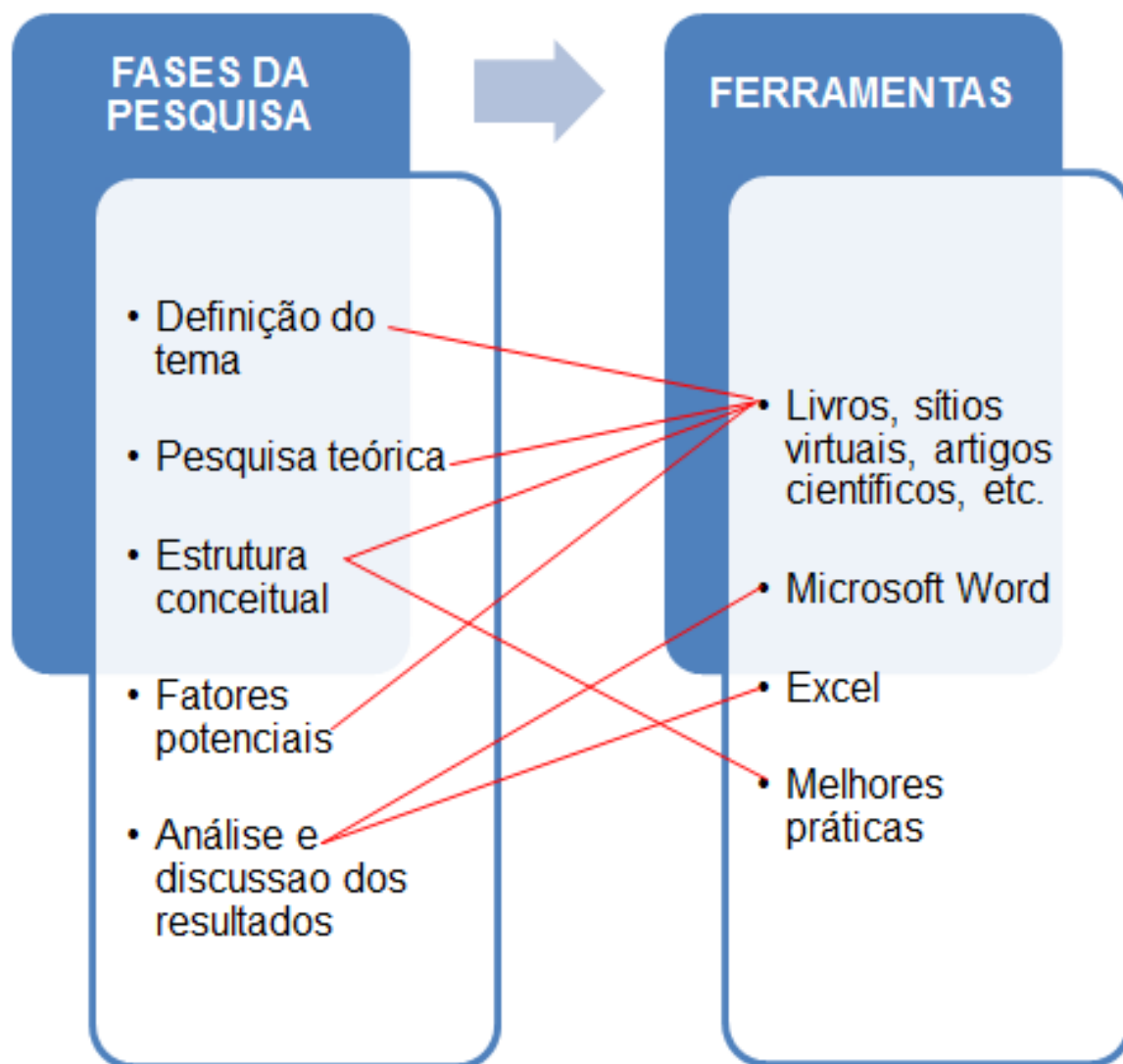
Por último, com base nos elementos apresentados durante o estudo, apresentam-se, algumas sugestões e proposições para um modelo conceitual de ecoparque industrial baseado nos seguintes itens: experiência internacional, metodologia conceitual proposta e *status quo*, ou, estado atual do PIM (etapas 4, 5 e 6).

Dessa forma, procurou-se determinar as relações de técnicas de gestão ambiental e a praticidade na implantação dos ecoparques industriais, com o objetivo propor um modelo conceitual que contemple as questões importantes para a efetivação do estudo. E por meio do sucesso obtido na aplicação do modelo de ecoparques industriais em outros países, pode-se induzir que a metodologia proposta tenderá a ter sucesso ao ser aplicada no PIM, e servir de referências para futuras pesquisas voltadas à região, que carece de projetos e planos sustentáveis que saibam conciliar empreendedorismo, lucratividade, operações e sustentabilidade industrial aliada à preservação ambiental dos recursos naturais, não se olvidando dos fatores limitadores os quais a ZFM apresenta em seu contexto.

4.2 Ferramentas utilizadas na pesquisa

Para melhor apresentação das ferramentas as quais foram utilizadas nesta pesquisa, Carpinetti (2010) indica instrumentos os quais podem ser empregados em cada fase do estudo e os demais recursos utilizados para assim se propor as devidas estratégias e medidas de melhoria. Para se fornecer uma compreensão mais sistemática dos mecanismos de apoio para a transformação do PIM em um ecoparque indústria, a figura 13 apresenta as fases desta pesquisa e as suas ferramentas respectivas.

Figura 13. Ferramentas utilizadas na pesquisa



Fonte: Adaptação. Carpinetti (2010).

Para a fase de definição do tema, as ferramentas de livros, sítios, melhores práticas e entre outras foram utilizadas para auxílio. Quanto à fase da pesquisa teórica, a qual apresenta uma demanda específica, traçou uma estrutura conceitual da pesquisa por meio da revisão da literatura, sendo que até a finalização desta pesquisa, foi-se alterando e melhorando esta parte em consonância com os demais ecoparques industriais consolidados em outras regiões.

Para a estrutura conceitual, buscou-se identificar o contexto em que os ecoparques industriais, evoluções e conceitos estão inseridos e as ferramentas mais indicadas para gerir e melhorar os processos. Quanto aos fatores potenciais e análises com discussão dos resultados foram direcionados após a propositura do modelo conceitual do ecoparque industrial para o PIM, capaz de verificar e viabilizar o caráter gerencial e objetivo, assegurando o viés científico e o propósito que esta pesquisa se destinou.

Para fins didáticos, faz-se importante demonstrar por meio do quadro 03, a comparação do cenário dos principais ecoparques industriais consolidados em conhecimentos e habilidades, os quais influenciaram diretamente na análise do modelo conceitual proposta aqui nesta pesquisa, pois, quando os parques industriais são combinados com padrões mais elevados, as responsabilidades ambiental e social tornam-se recursos e métodos de aplicabilidade. Nesse sentido, são comunidades de serviços localizadas em propriedades comuns que beneficiam as economias ambientais.

Pode-se ainda observar que a produção dos ecoparques industriais é organizada de forma sinérgica e acompanha os sistemas naturais, de forma que os resíduos são aproveitados por outros agentes, tornando-se subprodutos. Para os países em desenvolvimento e emergentes, os benefícios são imediatos, principalmente, com a utilização das melhores práticas que incluem tipicamente o tratamento da gestão de efluentes e resíduos, refletindo diretamente na sustentabilidade, na construção verde, na interação com a comunidade, assim bem como na simbiose industrial, na energia renovável, na gestão da terra e no bem-estar urbano. Ao criar essas conexões específicas, os resíduos industriais são eliminados mais facilmente, os custos de transportes são reduzidos e os danos ambientais minimizados.

Quadro 03. Comparação do cenário dos principais ecoparques industriais

Cidade	Características
Porto de Cape Charles, Virgínia	Tecnologias sustentáveis, recursos naturais costeiros
Condado de Fairfield, Baltimore, Marilândia	Transformação de área industrial existente para cogeração, reutilização de resíduos e tecnologia ambiental
Brownsville, Texas	Abordagem virtual focada na região para incentivar troca de matéria-prima e resíduos, <i>marketing</i>
Riverside, Burlington, Vermont	Parque industrial agrícola em ambiente urbano, bioenergia e tratamento de resíduos
Instituto Verde, Mineápolis, Minesota	Pequena escala incubadora de empresas verdes e resíduos reutilização.
Plattsburgh, Nova York	Redesenvolvimento da gestão em base militar, recursos e resíduos
East Shore, Oakland, Califórnia	Recuperação baseada no parque, paisagismo e eficiência energética
Londonderry, Nova Hampshire	Pequena escala, e parque com base comunitária
Trenton, Nova Jersey	Redesenvolvimento de uma área industrial existente e limpeza
Civano, Tucson, Arizona	Renovação na integração, em negócios ambientais, nos recursos naturais comerciais e residenciais
Franklin, Youngsville, Carolina do Norte	Complexo comercial com energia renovável e tecnologia ambiental.
Raymond, Washington	Novo parque dentro de uma floresta de crescimento, a reciclagem de resíduos sólidos e líquidos
Shady Side, Marilândia	Renovação de instalações existentes, manutenção do emprego, em pequena escala ambiental e tecnológica
Vancouver, British Columbia	Geração de vapor, fábricas de papel, embalagem e parque industrial
Fort Saskatchewan, Sask	Produtos químicos, geração de energia, estireno, PVC e biocombustíveis
Sault Ste.Marie, Ontario	Geração de aço, fábrica de papel, moinho e parque industrial
Estação de Nanticoke, Ontario	Térmica de geração, óleo refinaria, fábrica de aço e cimento
Cornwall, Ontario Power	Ggeração de vapor, fábrica de papel, química, alimentos, equipamentos elétricos, plásticos e produtos de betão
Becancour, Quebec	Cogeração e fábricas de produtos químicos
Montreal East, Quebec	Cogeração, petroquímica, refinarias, ar comprimido, placa de gesso, de metal refinaria e asfalto
Ponto Tupper, Nova Escócia	Estação geradora de papel e celulose, bordo, óleo e refinaria
Rio de Janeiro	Adoção de práticas de desenvolvimento sustentável e gestão ambiental. Influências políticas que determinam decisões importantes. Parceria do setor público, setor privado, comunidade e academia.

Fonte: Adaptação. Autora (2017).

4.3 Validação da pesquisa

Para esta pesquisa, a qual é caracterizada também experimental ou empírica, utiliza-se de um caso (modelo da realidade pesquisada) para testar e validar as hipóteses. Nesta pesquisa, previamente já determinou um objeto de estudo, a análise de transformação do PIM em um modelo de ecoparque industrial, e assim identificar se as variáveis participam e/ou interferem no processo de possível implantação, e se não, torna-se de suma importância para os formuladores de políticas públicas e industriais de estudos os quais têm o fito de análise de forma apurada as suas principais características e fundamentos.

Em consonância geral, o conceito de pesquisa científica na visão do senso comum (ou conhecimento popular), que é este caso, está relacionado à pesquisa experimental, uma vez que ela trará resultados palpáveis (práticos) para a sociedade. Infelizmente esta visão parece ser também compartilhada por alguns órgãos de fomento, incentivo e financiamento de pesquisas.

A ideia é que com uma visão ampla qualquer sugestão de modelo possa ser alinhada à necessidade estratégica da pesquisa, em consonância com o objeto o qual o estudo de propôs em identificar suas questões e relações de simbiose. Foi-se necessária ter uma compreensão mais holística da sustentabilidade do modelo conceitual do parque industrial para o PIM, considerando subjacente a concepção de uma mudança sistêmica da sociedade, a fim de melhorar a qualidade da vida humana, pleiteando alcançar a sustentabilidade social, econômica e ambiental localmente, bem como globalmente.

Sendo assim, a validação desta pesquisa também permeia por meio de uma reflexão que um parque industrial sustentável significa muito mais do que uma coleção de edifícios verdes, empresas de tecnologia limpa, ou uma rede de empresas envolvidas em atividades de sinergia, e sim, sua funcionalidade econômica e competitiva que sobrepuja as necessidades humanas, os mecanismos de mercado e a capacidade do planeta de adequar as barreiras impostas pela natureza, limitando as ações organizacionais, as quais precisam se reiterar de inovações e técnicas fundadas no conceito de ecologia industrial.

5. PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

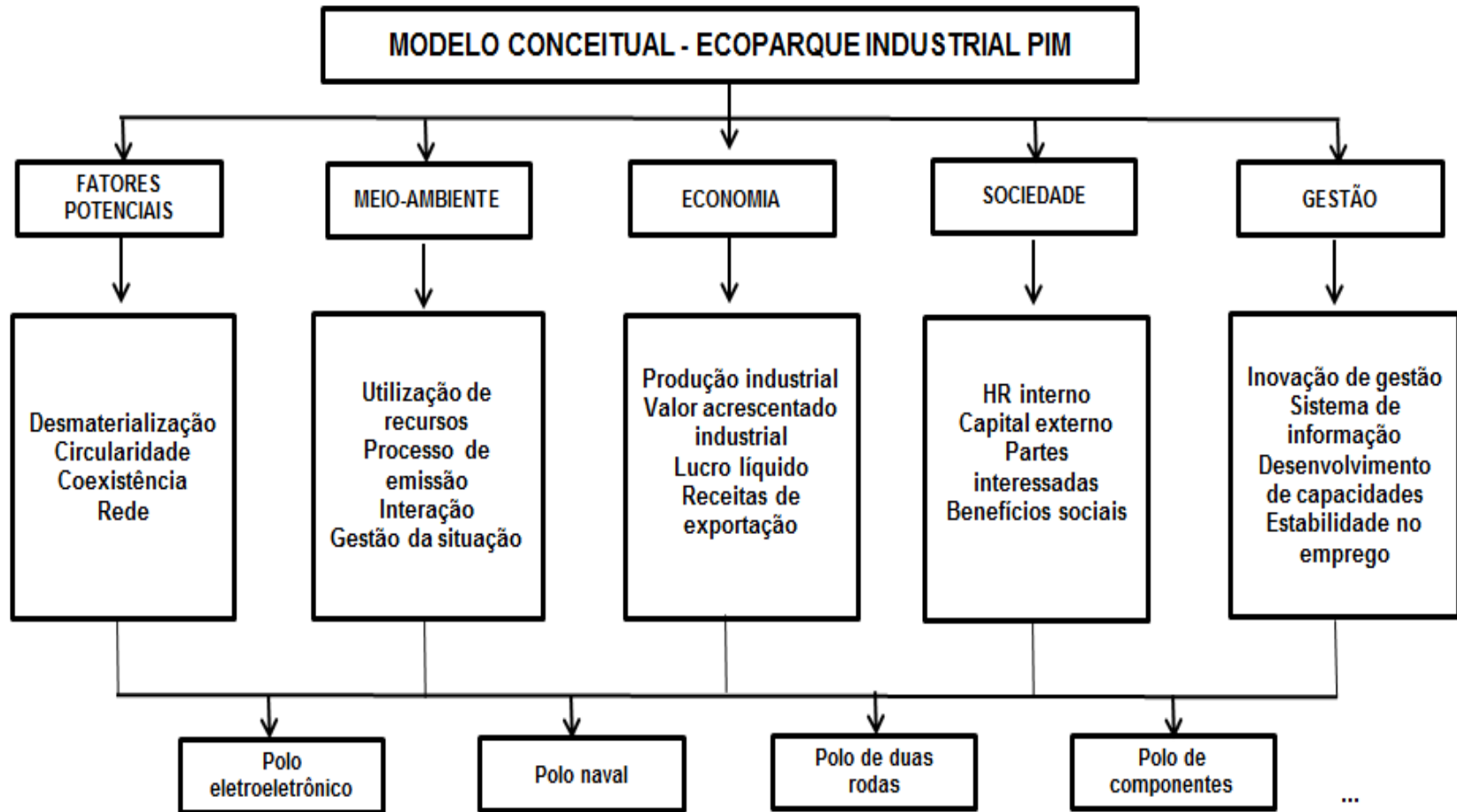
Em termos de resultados, a pesquisa teve a pretensão de prover informações para o delineamento de um modelo conceitual para a implantação e transformação do PIM em um ecoparque industrial baseado em experiências bem sucedidas de outros países. Após a apuração dos modelos, ações e ferramentas que envolvem os ecoparques industriais, a figura 14 traz o modelo conceitual aplicado para o PIM após a simbiose de aplicações e peculiaridades da ZFM.

É possível entender a base do modelo com cinco eixos principais: os fatores potenciais, meio-ambiente, economia, sociedade e gestão. Pormenorizando seus detalhes e conexões pende-se a interligação entre todos eles e integração de suas questões relativas à operacionalização e compartilhamento das informações. Primeiramente, os fatores potenciais perfazem pela desmaterialização dos elementos que apresentam interdependência com o desempenho da economia circular, ou seja, a desmaterialização, a circularidade, a coexistência e a rede.

Em seguida, a dimensão do meio- ambiente com os itens da utilização dos recursos, processo de emissão, interação e gestão da situação. Aqui se destacam as demandas concernentes à natureza e os mecanismos postos à disposição da indústria que podem ser escassos diante de uma ingerência. Quanto à economia, os fatores de produção industrial, de valor acrescentado industrial, de lucro líquido e receitas de exportação integram o eixo de valor, evidenciando que pelo fato de ser um ecoparque industrial, não elide a lucratividade do projeto para a própria sustentabilidade da região e dos negócios.

Quantos aos aspectos da sociedade são partes importantes na avaliação do sistema com a participação dos recursos humanos internos, capital externo, partes interessadas e os benefícios sociais, avaliando o comportamento da localidade quanto aos preceitos de integração entre o meio-ambiente e as pessoas. E, quanto à perspectiva da gestão, a qual inclui a inovação, o sistema, o desenvolvimento e a empregabilidade, compreende-se que o ciclo aduz a repensar, reduzir, reutilizar, reciclar e reparar os métodos de produção buscando a promoção e o desenvolvimento da economia circular.

Figura 14. Modelo conceitual – Ecoparque industrial



Fonte: Elaboração autora (2017).

Os modelos conceituais voltados para ecoparque industriais consolidados em diversos países como Estados Unidos, Dinamarca, Austrália e Japão, trazem em seu bojo a polarização de fatores que são impescendíveis para a implantação e sustentabilidade do projeto: desenvolvimento sustentável (meio-ambiente) competitividade (economia), perspectiva (sociedade) e sucessibilidade (gestão). Para o caso específico do PIM, os polos eletroeletrônicos, naval, duas rodas e componentes são potenciais, pois, juntos e respectivamente, representam em investimento (U\$ 2.637.753.888, U\$ 21.116.200 e U\$ 1.573.935.544), totalizando mais de 4 milhões U\$, ou seja, mais de 50% de todo o valor investido na ZFM (U\$ 8.375.829.556) até 2015.

Para a UNIDO (2015), um determinado parque industrial em Cartago, na Costa Rica, sete fábricas iniciaram trocas de boas práticas nos departamentos de iluminação e de sistemas de ar comprimido. A redução chegou às emissões de carbono em 100 toneladas e em 17 milhões de metros cúbicos de água, o que contribuiu para alcançar uma economia de U\$ 280.000,00/ anual. Outro exemplo real ocorreu no parque da indústria química de Shanghai, um centro de complexos fora construído exclusivamente com corredores de tubagens para permitir o desperdício de calor do ar, elevando o vapor e produzindo água destilada para demais indústrias e para a própria comunidade, além de grandes oportunidades de sistemas coletivos e de tratamento de incineração de resíduos perigosos.

Observando a realidade atual do PIM, esta pesquisa traz a possibilidade de fábricas de polos em consonância em fazer sinergias de energia, água, resíduos e materiais. A síntese da análise traz desafios para as fábricas da ZFM em iniciar ações minoritárias como demonstradas nos parques de Shanghai e Costa Rica, como parcerias privadas entre 10 indústrias iniciais, até a sedimentação dos resultados com minimização de gases poluentes, redução e reutilização de água, redução de energia elétrica e maior refugo de matéria-prima. Isto tudo servirá como base para o desenvolvimento de uma base de boas práticas visando à cooperação para o desenvolvimento sustentável industrial e à padronização de normas que possam ser paulatinamente aplicadas na cidade de Manaus, diante de um metabolismo e de um organismo saudável devidamente adequado dentro das organizações de eficiência dos recursos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a revisão da literatura percebeu-se que os ecoparques industriais ainda são escassos se comparados com a quantidade de parques fabris instalados nos países. O conceito é relevante para gerar novas perspectivas sustentáveis e para a internacionalização dos negócios, entretanto, a operacionalização ainda é pouco difundida, e neste aspecto é que toma-se esta pesquisa por gerar dados objetivos que respaldam a análise dos critérios os quais são partes primordiais para a sucessibilidade da implantação.

Assim a definição a qual precisa ser disseminada no PIM é que qualquer unidade fabril pode aplicar seu modelo independentemente das ações em conjunto com parceiros, transportadores, fornecedores ou recicladores. O esforço individual organizacional pode ser o início para uma etapa de uma gestão racional integrada direcionando esforços para toda uma cadeia. Destaca-se notar que os investimentos nas práticas de sustentabilidade ainda superam de fato as práticas já consolidadas, o que não serve de estimulador para empresas, sociedade e governo. A fim de deixar assente as características essenciais dos ecoparques industriais, faz-se mister sintetizar os pontos de concepção dos ecoparques industriais:

1. Clara definição pela sociedade dos interesses e envolvimento os quais são pontos norteadores do projeto.
2. Redução do impacto ambiental por meio da substituição de materiais degradáveis e incentivo ao intercâmbio de produção.
3. Eficiente tratamento de resíduos com gestão compartilhada das parcerias público-privadas.
4. Maximização da eficiência energética com incentivo à concepção e instalação de geradores elétricos alternativos, dando ênfase aos utensílios solares.
5. Conservação e preservação de áreas ecologicamente corretas priorizando construções que facilitem o escoamento da produção industrial aos transportes.

6. Práticas constantes de reutilização, recuperação e reciclagem dos processos e atividades constantes no fluxo de materiais.
7. Acesso pleno e comunicação facilitada entre clientes e fornecedores para subsídios das operações de entrega e venda, bem como o reabastecimento planejado sem maiores gargalos.
8. Melhoria contínua para o desempenho ambiental por parte das empresas individuais e pela comunidade como um todo.
9. Sistema regulatório que permita flexibilidade e sinergia das empresas às metas estabelecidas no projeto.
10. Utilização de instrumentos econômicos que reduzam a emissão de gases poluidores pelas fábricas.
11. Aplicação de um sistema de gestão de informação que permita o fluxo de energia e materiais entre as partes envolvidas.
12. Criação de um mecanismo que procure formar e educar gestores e subordinados acerca de novas estratégias, ferramentas e tecnologias para aprimorar o sistema.

Considerando o sucesso da aplicação do modelo, pode-se inferir que outras características podem emergir com uma abordagem de sistemas de compreensão das quantidades, bem como as especificidades físicas e químicas dos materiais.

Além dos aspectos regulamentares, econômicos e administrativos dos ecoparques industriais, a literatura enfatizou também o intercâmbio de resíduos, especialmente com a gestão por parte do JICA/SUFRAMA, e apesar de elementos importantes, tratam-se ainda de perspectivas limitadas frente às demandas do PIM em submergir com novas ideias de sustentabilidade industrial e com abordagem que apresente um viés ecológico e social.

À guisa de entendimento, obteve-se a resposta ao problema norteador desta pesquisa, pois o modelo conceitual proposto, escrito de forma genérica, se mostrou capaz de identificar os eixos principais para a implantação de um ecoparque industrial na região, identificando as lacunas as quais o PIM agrupa em seu arcabouço operacional, estratégico e legal a fim que possam ser superados, e assim garantir a perenidade da ZFM, independentemente de prorrogações e aspirações políticas.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, maio. 2004. Disponível em: <<http://analiticaqmc.paginas.ufsc.br/files/2013/07/residuos-nbr10004.pdf>>.

Acesso em: 08 jan. 2017.

AFREEN, S.; KUMAR, S. **Between a rock and a hard place: The dynamics of stakeholder interactions influencing corporate sustainability practices**. Sustainability Accounting, Management and Policy Journal. Lucknow, v. 7, n. 3, p.350 – 375, mar. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/SAMPJ-03-2015-0020>>. Acesso em: 08 mai. 2016.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm> Acesso em: 01 fev. 2017.

BAI, L.; QIAO, Q.; YAO, Y.; GUO, J.; XIE, M. **Insights on the development progress of National Demonstration eco-industrial parks in China**. Journal of Cleaner Production. Beijing, v. 70, n. 1, p. 4 – 14, mai. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.084>>. Acesso em: 19 set. 2016.

BAO, S.; TOIVONEN, M. **The specificities and practical applications of Chinese eco-cities**. Journal of Science and Technology Policy Management. Espoo, v. 5, n. 2, p.162 – 176, jan. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/JSTPM-05-2014-0020>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

BARBIERI, J.C. **Gestão Ambiental Empresarial. Conceitos, Modelos e Instrumentos**. 2ª edição. Editora Saraiva, 2010.

BARTHEL, P.A. **Morocco in the era of eco-urbanism: building a critical and operational research on an emerging practice in Africa**. Smart and Sustainable Built Environment. Marne la vallée France, v. 5, n. 3, 2016.

Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/SASBE-05-2014-0033>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

BASTIDA-RUIZ, E.; FRANCO-GARCÍA, M.L.; KREINER, I. **Analysis of indicators to evaluate the industrial parks contribution to sustainable development: Mexican case.** Management Research Review. Atizapan de Zaragoza, v. 36, n. 12, p. 1272 – 1290, jan. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/MRR-06-2013-0145>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

BISWAS, W.K. **The importance of industrial ecology in engineering education for sustainable development.** International Journal of Sustainability in Higher Education. Bentley, v. 13, n. 2, p.119 – 132, jan. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/14676371211211818>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

BOIX, M.; MONTASTRUC, L.; AZZARO-PANTEL, C.; DOMENECH, S. **Optimization methods applied to the design of eco-industrial parks: a literature review.** Journal of Cleaner Production. Toulouse Cedex, v. 87, n. 15, p. 303 – 317, jan. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.032>>. Acesso em: 14 set. 2016.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão de qualidade: conceitos e técnicas.** São Paulo: Atlas, 2010.

CHANG, N; WEI, Y. **Siting recycling drop-off in urban area by genetic algorithm-based fuzzy multiobjective nonlinear integer programming modeling.** Fuzzy Sets and Systems. Nagoya - JP. , v. 114, n. 1.2000.

COMPARATO, F.K. **A afirmação histórica dos direitos humanos.** 4ª edição. São Paulo: Saraiva, 2005.

DADDI, T.; IRALDO, F.; FREY, M.; GALLO, P.; GIANFRATE, V. **Regional policies and eco-industrial development: the voluntary environmental**

certification scheme of the eco-industrial parks in Tuscany (Italy). Journal of Cleaner Production. Pisa, v. 114, p. 62–70, fev. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.060>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

DAO, V; LANGELLA. I, CARBO.J. **From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework.** The Journal of Strategic Information Systems, v. 20, n. 1, jun. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.01.048>>. Acesso em: 07 fev. 2017.

DESPEISSE, M; Ball; Evans, A. **Industrial ecology at factory level – a conceptual model.** Journal of Cleaner Production Edition 31, 2012.

FAN, Y.; BAI, B.; QUIAO, Q. **Study on eco-efficiency of industrial parks in China based on data envelopment analysis.** Journal of Environmental Management. Beijing, v. 192, p. 107-115, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.01.048>>. Acesso em: 07 fev. 2017.

FESTEL, G.; WÜRMSEHER, M. **Benchmarking of industrial park infrastructures in Germany.** Benchmarking: An International Journal. Zurich, v. 21, n. 6, p. 854 – 883, jan. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-01-2013-0015>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

GUO,L.; XIAOMIN, H. **Green technological trajectories in eco-industrial parks and the selected environment: The cases study of the Lubei Group and the Guitang Group.** Journal of Knowledge-based Innovation in China. Shenyang, v. 3, n. 1, p. 54 – 68, jan. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/175614111111120873>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

IMPAGLIAZZO, M. **Programa Rio Ecopolo: Instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa.** I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. IBEAS, 2010.

INFRAERO. EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. 2017. Disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/sobre-a-infraero/>>.

GRIMBERG, E. **A política Nacional de Resíduos Sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social.** São Paulo: Instituto Pólis (publicação não seriada), jul. 2004. Disponível em: http://www.polis.org.br/artigo_interno.asp?codigo=35. Acesso em: 05 fev. 2017.

JARDIM, A. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista Sustentabilidade.** 2007. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br/artigos/politica-nacional-d>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

JOLLY, D.; FUQUAN, Z. **Chinese S&T parks: the emergence of a new model.** Journal of Business Strategy. Sophia Antipolis, v. 33, n. 5, p. 4 – 13, jan. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/02756661211282740>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

HAN, F.; YU, F.; CUI, Z. **Industrial metabolism of copper and sulfur in a copper-specific eco-industrial park in China.** Journal of Cleaner Production. Jinan, v. 133, p. 459-466, out. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.184>>. Acesso em: 07 fev. 2017.

KAIZER, B.M.; OSHIRO, I.N. **A formação inicial do pesquisador em engenharia de produção por meio de tecnologias digitais: um modelo de planejamento de ensino.** XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. João Pessoa, out. 2016. Acesso em: 06 jan. 2017.

KEIVANPOUR, S.; DAOUD, A. K.; MASCLE, C. **End of life aircrafts recovery and green supply chain (a conceptual framework for addressing opportunities and challenges.** Management Research Review. Quebec, v.

38, n. 10, p. 1098 - 1124, jan. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/MRR-11-2014-0267>>. Acesso em: 16 jul. 2016.

KO, S.C. **Eco-Industrial Park (EIP) Initiatives Toward Green Growth: Lessons from Korean Experience.** Best Practices for Science and Technology Cities. Technopolis, p. 357 – 369, dez. 2013. Disponível em: <[10.1007/978-1-4471-5508-9_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5508-9_19)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

KORHONEN, J. **Four ecosystem principles for an industrial ecosystem.** Journal of Cleaner Production. Joensuu, v. 9, p. 253 – 259, jun. 2001. Disponível em: <[S0959-6526\(00\)00058-5](https://doi.org/S0959-6526(00)00058-5)>. Acesso em: 01 abr. 2016.

KUZNETSOVA, E.; ZIO, E.; FARELC, R. **A methodological framework for Eco-Industrial Park design and optimization.** Journal of Cleaner Production. Chatenay-Malabry, v. 126, n. 10, p. 308 – 324, jul. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.025>>. Acesso em: 30 set. 2016.

MOTA, J.A. **O valor da natureza: Economia e política dos recursos naturais.** 2.ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

PARK, J. M.; PARK, J.Y.; PARK, H.S. **A review of the National Eco-Industrial Park Development Program in Korea: progress and achievements in the first phase, 2005–2010.** Journal of Cleaner Production. Ulsan, v. 114, p. 33-44, fev. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.115>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **PNUMA.** (2016). Acesso em: 30 set. 2016.

QU,Y.; LIU, Y.; NAYAK, R.R.; LI, M. **Sustainable development of eco-industrial parks in China: effects of managers' environmental awareness on the relationships between practice and performance.** Journal of Cleaner

Production. Lugar Dalian, v. 87, n. 15, p. 328 – 338, jan. 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.015>>. Acesso em: 14 set. 2016.

RAUBER, M. E. **Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Revista Eletrônica Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. São Paulo, v. 4, n. 4, ago. 2011. Disponível em:<<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/reget/article/view/3893/2266>> Acesso 05 fev. 2017.

SANTAGATA, R.; RIPA, M.; ULGIATI, S. **An environmental assessment of electricity production from slaughterhouse residues. Linking urban, industrial and waste management systems**. Applied Energy. Naples, p. 175-188, jan. 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.073>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

SCHALCH, V.; LEITE, W; JUNIOR.J;CASTRO.C. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. 2002. São Paulo - USP.

SCHEEL, C. **Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns**. Journal of Cleaner Production - Beyond sustainability. San Pedro Garza García, v. 131, p. 376-386, set. 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.018>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

SINGH, N.; JIEQIONG, MA.; YANG, J. **Optimizing environmental expenditures f'or maximizing economic performance**. Management Decision, Saint Louis. v. 54, n. 10, jan. 2016. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/MD-01-2016-0037>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

SUBRAMANIAN, N.; GUNASEKARAN, A.; PAPADOPOULOS, T.; NIE, P. **4th party logistics service providers and industrial cluster competitiveness: Collaborative operational capabilities framework**. Industrial Management & Data Systems. Ningbo, v. 116, n. 7, p. 1303 – 1330, jan. 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1108/IMDS-06-2015-0248>>. Acesso em: 08 mai. 2016.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS - SUFRAMA. **Perfil das Empresas com Projetos Aprovados pela SUFRAMA – Ano 2016.** Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/zfm_ind_perfil.cfm>. Acesso em: 08 mai. 2016.

TADDEO, R. **Local industrial systems towards the eco-industrial parks: the model of the ecologically equipped industrial areas.** Journal of Cleaner Production. Pescara, v. 131, n. 10, p. 189 – 197, set. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.051>>. Acesso em: 20 set. 2016.

UNIDO. United Nations Industrial Development Organization. **Eco-industrial parks.** Disponível em: <www.unido.org>. Acesso em: 20 mar. 2016.

VALENZUELA-VENEGAS, G. J.; SALGADO, C.; DÍAZ-ALVARADO, F.A. **Sustainability indicators for the assessment of eco-industrial parks: classification and criteria for selection.** Journal of Cleaner Production. Santiago, v. 133, p. 99 – 116, out. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.113>>. Acesso em: 15 set. 2016.

VELEVA, V.; BAILEY, J.; JURCZYK, N. **Using sustainable production indicators to measure progress in ISO 14001, EHS system and EPA achievement track.** Corporate Environmental Strategy, v. 8, n. 4, p. 326-338, jan, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1066-7938\(01\)00138-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1066-7938(01)00138-5)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

WEI, W-W. **Research on planning and built of eco-industrial park – nanchang high-tech district as an example.** Nanchang University, Nanchang, jan. 2010. Disponível em: <[10.1007/978-981-10-0481-1_59](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-0481-1_59)>. Acesso em: 06 ago. 2016.

XIE, Z-M. **Research on the resources value flow of circular economy for coal-fired power plant.** Central South University, Changsha, jan. 2012. Disponível em: <[10.1007/978-981-20-0481-1_59](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-20-0481-1_59)>. Acesso em: 13 ago. 2016.

X-G, T.; XIE, Q.; Z-L, F.; WANG M. **Prospect and development of eco-industry park in China.** SiChuan Environ v. 31, p. 128 – 132, jan. 2017. Disponível em: <10.1007/978-981-10-0471-1_59>. Acesso em: 06 mai. 2016.

YU, C.; DE JONG, M.; DIJKEMA, G. P.J. **Process analysis of eco-industrial park development – the case of Tianjin, China.** Journal of Cleaner Production. Jaffalaan, v. 64, p. 464-477, fev. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.002>>. Acesso em: 05 mar. 2016.

ZHANG, L., MENG, X.; YU, H.; MATSUMOTO, T.; CHEN, X. **Research on Evaluation Index System and Comprehensive Evaluation of Typical Eco-Industrial Parks.** Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design Part of the series EcoProduction. Fukuoka, p. 827 – 840, set. 2016. Disponível em: <10.1007/978-981-10-0471-1_56>. Acesso em: 01 mai. 2016.

ZHANG, L., MENG, X.; YU, H.; MATSUMOTO, T.; CHEN, X. **Research on Evaluation Index System and Comprehensive Evaluation of Typical Eco-Industrial Parks.** Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design Part of the series Eco Production. Fukuoka, p. 827 – 840, set. 2016. Disponível em: <10.1007/978-981-10-0471-1_56>. Acesso em: 01 mai. 2016.

ZHU, Q; GENG, Y.; SARKIS, J.; LAI, K. **Barriers to Promoting Eco-Industrial Parks Development in China.** Journal of Industrial Ecology. Shanghai, v. 19, n. 3, p. 457-467, jun. 2015. Disponível em: <10.1111/jiec.12176>. Acesso em: 05 ago. 2016.