

Ecoeficiência Produtiva:
Uma análise do metabolismo do Polo Industrial de Manaus

Salomão Franco Neves
Tese de Doutorado

Brasília – D.F., Janeiro/2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CDS

**ECOEFICIÊNCIA PRODUTIVA: UMA ANÁLISE DO METABOLISMO DO POLO
INDUSTRIAL DE MANAUS**

SALOMÃO FRANCO NEVES

Orientador: Armando de Azevedo Caldeira-Pires

Co-orientador: João Nildo de Souza Vianna

Tese de Doutorado

Brasília – DF, janeiro de 2013

Neves, Salomão F.

Ecoeficiência produtiva: uma análise do metabolismo do Polo Industrial de Manaus.

Salomão Franco Neves

Brasília, 2013.

196 p.: il.

Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável.
Universidade de Brasília, Brasília.

1. Ecoeficiência. 2. Ecoparques Industriais. 3. Polo Industrial de Manaus. I. Universidade de Brasília. CDS.

II. Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação, e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a sua autorização por escrito.

Salomão Franco Neves

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CDS

Ecoeficiência Produtiva: Uma análise do metabolismo do Polo Industrial de Manaus

Salomão Franco Neves

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental.

Aprovado por:

ARMANDO DE AZEVEDO CALDEIRA-PIRES – Doutor, Faculdade de Tecnologia / Dept.
Engenharia Mecânica – UnB
(Orientador)

ANTÔNIO CÉSAR PINHO BRASIL JUNIOR – Doutor, Faculdade de Tecnologia / Dept.
Engenharia Mecânica – UnB
(Examinador Interno)

THOMAS LUDEWIGS – Doutor, Centro de Desenvolvimento Sustentável – UnB
(Examinador Interno)

PAULO CÉSAR LIMA – Doutor, Faculdade de Tecnologia – UnB
(Examinador Externo)

ARMANDO HIROHUMI TANIMOTO – Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia / IFBA
(Examinador Externo)

Brasília – DF, 17 de janeiro de 2013

Dedico esta tese ao meu pai, o “velho” Edson, que por muitas vezes se sacrificou para que eu tivesse uma educação de qualidade e fosse um homem de valor; à minha mãe Maxima pelo carinho, dedicação e sábios conselhos; ao meu irmão Edson Jr. Pela torcida, amizade e apoio incondicional em toda a minha vida. Também dedico esta pesquisa à “Tia Rosane”, minha primeira professora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Professor Armando Caldeira-Pires, por todos os conselhos, conhecimentos e técnicas de pesquisas compartilhadas ao longo da orientação na tese;

Ao meu co-orientador, Professor João Nildo, pela disposição em compartilhar seus conhecimentos e experiências tanto ao longo das disciplinas quanto na orientação da tese;

Aos Professores Antônio César Brasil, Thomas Ludewigs, Paulo César Lima e Armando Tanimoto por todas as sugestões e reflexões compartilhadas na pré-defesa e defesa desta pesquisa.

A todos os professores do CDS/UnB por imporem desafios necessários para o meu amadurecimento como pesquisador e ser humano.

A meus parceiros no Projeto “Relações intersetoriais na economia amazonense”: Professor Mauro Thury de Vieira Sá, Renato Freitas, Carlos Eduardo Mariano e Elane Conceição, por terem me auxiliado com a disponibilização dos dados utilizados na Tabela de Recursos e Usos do Amazonas em um nível de agregação adequado para esta pesquisa.

Aos professores do Departamento de Economia e Análise da Universidade Federal do Amazonas, em especial os Professores Mário Vasconcellos, Pedro de Oliveira, Sylvio Puga, Marília Brasil e Andréia Brasil, por terem me fornecido apoio, incentivo e compreensão tanto ao longo das disciplinas quanto da elaboração da tese.

Ao Professor Lincoln Campos, pelos conselhos, apoio e incentivo.

A Sarah Farias, da Suframa, pela disposição em me orientar quanto as leis e regulações utilizadas na tese.

A todos os meus queridos alunos, em especial as turmas de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012 pelo carinho e incentivo.

Aos meus amigos (em ordem alfabética): Anderson Litaiff, André Frazão, Cleísa Bessa, Dauton Amoedo, Débora Santiago, Fabiana Oliveira, Fábio Heleno Mourão, Guilherme Fernandes, Guilherme Jacob, Izabel Seabra, Luiz Roberto Nascimento, Marcela Rocha, Melyse Cordeiro, Pery Teixeira, Tayana Nazareth e a todos que me auxiliaram de forma direta ou indireta neste pesquisa. Mais uma vez, muito obrigado!

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar o metabolismo do Polo Industrial de Manaus – PIM. De forma específica, busca identificar, a partir das experiências de desenvolvimento ecoindustrial selecionadas, estratégias para a implementação de ecoparques industriais no Brasil, de forma que seja possível verificar os pontos onde o PIM se aproxima e se afasta da experiência de um ecoparque industrial – EIP, bem como caracterizar o fluxo de materiais das atividades do PIM. Para tal, partindo de um método dedutivo com uma postura analítica e, juntamente com a literatura e manuais metodológicos disponíveis, foram levantadas evidências empíricas de ecoparques industriais nos Estados Unidos, Canadá, Holanda, China, Coreia do Sul e Rio de Janeiro. A partir de suas convergências e divergências foram identificadas recomendações para o desenvolvimento ecoindustrial no Brasil via EIPs. No que concerne aos resultados, foi verificado que o PIM se afasta mais do que se aproxima da experiência de um EIP, posto que a simbiose industrial é verificada apenas em casos específicos como o fornecimento de produtos da metalurgia para a indústria de duas rodas e trocas simbióticas entre o setor de papel e papelão com outras firmas, além do descaso com o tratamento de resíduos sólidos industriais por parte das empresas e da baixa, porém crescente, quantidade de pesquisadores locais com conhecimento em ecologia industrial. Diante desta situação, ao considerar as estratégias discutidas no segundo capítulo, foi caracterizado o fluxo de materiais do PIM em termos monetários por meio da composição e participação do consumo intermediário no valor da produção de produtos e atividades selecionadas na indústria de transformação amazonense. Assim, foi percebido possibilidades de simbiose que podem ser estimuladas no parque, tais como as relacionadas ao uso de água, energia, papel, papelão e artigos de plástico.

Palavras-chave: Ecoeficiência, Ecoparques Industriais, Polo Industrial de Manaus

ABSTRACT

This research analyzes the metabolism of Polo Industrial de Manaus - PIM. Specifically, seeks to identify, from selected experiences, strategies for implementation of eco-industrial parks (EIP) in Brazil, as well verify the aspects where the PIM comes close and moves away from a EIP, and characterize the material flow of the activities of PIM. For this, from a deductive method with an analytical approach and, with literature and methodological manuals available, were raised empirical evidences of EIPs in United States, Canada, Holland, China, South Korea and Rio de Janeiro and, from their convergences and divergences, were identified recommendations for an Brazilian eco-industrial initiative. Regarding the results, was verified that PIM moves away from an EIP experience, since the industrial symbiosis is verified only in specific cases as providing products from the metalworking industry to the transport materials sector, and from paper sector to other firms, besides the neglect of treatment of industrial solid waste by empresarial community and the low but growing number of local researchers with expertise in industrial ecology. In this situation, when considering the strategies discussed in the second chapter was characterized the flow of materials PIM in monetary terms through participation and composition of intermediate consumption in the production value of products and selected activities in manufacturing industry. Thus, possibilities of symbiosis that can be stimulated in the park were detected, such as those related to the use of water, energy, paper and plastic.

Palavras-chave: Eco-efficiency, Eco-Industrial Parks, Polo Industrial de Manaus

RESUMEN

Este trabajo analiza el metabolismo del Polo Industrial de Manaus - PIM. En concreto, trata de identificar, a partir de experiencias seleccionadas, las estrategias para la implementación de eco-parques industriales (EIP) en Brasil, además de verificar los aspectos en los que el PIM se aproxima y aleja de una EIP, así como caracterizar el flujo de material de las actividades de PIM. Para ello, a partir de un método deductivo con un enfoque analítico y, con la literatura disponible, evidencias empíricas de EIP en Estados Unidos, Canadá, Holanda, China, Corea del Sur y Río de Janeiro se estudiaron. A partir de sus convergencias y divergencias, las recomendaciones para una iniciativa eco-industrial en Brasil se identificaron. En cuanto a los resultados, se verificó que el PIM es distante de una experiencia de un EIP, porque la simbiosis industrial se verifica sólo en casos específicos como el suministro de productos de la industria metalmecánica para el sector del dos ruedas, y de sector del papel a otras empresas, además de la negligencia de la comunidad empresarial en tratamiento de los residuos industriales sólidos y número bajo pero creciente de investigadores locales con experiencia en ecología industrial. En esta situación, al considerar las estrategias discutidas en el capítulo segundo se caracterizó el flujo de materiales de la PIM en términos monetarios través de la participación y la composición del consumo intermedio en el valor de producción de los productos y actividades seleccionadas de la industria manufacturera. Por lo tanto, posibilidades de simbiosis que pueden ser estimulados en el parque se detectaron, tales como los relacionados con el uso de agua, energía, papel y plástico.

Palabras clave: Eco-eficiencia, Ecoparques Industriales, Polo Industrial de Manaus

RÉSUMÉ

Cette recherche vise à analyser le métabolisme du pôle industriel de Manaus - PIM. Plus précisément, il vise à identifier, à partir de la mise au point expériences sélectionnés, les stratégies de mise en éco-parcs à Brésil, afin que vous puissiez vérifier les points où les PIM diffère de l'expérience d'un éco-parc industriel - EIP et de caractériser l'écoulement du matériaux PIM. À partir d'une méthode déductive avec la posture analytique et, avec la littérature et manuels méthodologiques disponibles, ont été étudiés éco-parcs aux États-Unis, le Canada, la Hollande, la Chine, la Corée du Sud et Rio de Janeiro. Avec de leurs convergences et les divergences ont été identifiées des recommandations pour la ecoindustrial de développement au Brésil via EIP. En ce qui concerne les résultats, il a été vérifié que le PIM se déplace loin de l'expérience d'un EIP, depuis la symbiose industrielle est observée uniquement dans des cas spécifiques tels que la fourniture de produits pour l'industrie de la métallurgie et du commerce entre l'industrie des deux-roues avec l'industrie du papier et du carton et avec d'autres entreprises, ainsi que mépris pour le traitement des déchets industriels solides par l'entreprises et le faible mais croissant nombre de chercheurs locaux avec expérience en écologie industrielle. Dans cette situation, l'écoulement du matériaux PIM était dans caractérisée en termes monétaires par la composition et la part de la consommation intermédiaire de la valeur de production des produits et des activités sélectionnées dans fabrication. Ainsi, a été perçu qui les symbiose industrielle peuvent être stimulés, tels ceux liés à l'utilisation de l'eau, de l'énergie, papier, carton et articles de plastique.

Mots-clés: éco-efficacité, éco-parcs industrielle, pôle industriel de ManausPalavras-chave: Ecoeficiência, Ecoparques Industriais, Polo Industrial de Manaus

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1: A ecologia industrial e seus níveis.	36
Figura 1. 2: Evolução de um parque industrial: do tipo I ao tipo III – Uimaharju Industrial Park, Finland (Tipo I).....	38
Figura 1. 3: Evolução de um parque industrial: do tipo I ao tipo III – Uimaharju Industrial Park, Finland (Tipo II)	39
Figura 1. 4: Evolução de um parque industrial: do tipo I ao tipo III – Uimaharju Industrial Park, Finland (Tipo III)	39
Figura 1. 5: Simbiose industrial no Guitang Group.....	41
Figura 1. 6: Tecnologias que suportam o EIP.....	54
Figura 1. 7: Um modelo de ecoparque industrial e suas relações com os parques industriais.	57
Figura 1. 8:Simbiose industrial de Kalundborg em 1995	60
Figura 1. 9:Distribuição dos EIPs aprovados pela NPEIPP.....	65
Figura 1. 10:Distribuição das zonas de economia circular.	65
Figura 1. 11:Localização geográfica e zoneamento da TEDA.	66
Figura 1. 12:Trocas simbióticas associadas ao setor de serviços de utilidade pública.	68
Figura 1. 13:Mapa dos complexos industriais de Ulsan.	69
Figura 2. 1 Possibilidades de simbiose industrial a partir de um Ecopolo Bioenergético como um PIE.	82
Figura 3. 1 Fluxo dos resíduos gerados pelo PIM.	146
Figura 3. 2 Resumo do metabolismo do PIM	148
Figura 3. 3 caracterização setorial e da simbiose industrial no PIM	151

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1 Distribuição de setores de atividade na indústria de transformação carioca.....	79
Tabela 3. 2 : Participação dos setores no valor da produção da indústria de transformação.....	136
Tabela 3. 3 Composição dos resíduos no PIM por setor.	145

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3. 1: Participação no faturamento do PIM por subsetores de atividades	112
Gráfico 3. 2: Participação no emprego do PIM por subsetores de atividades	113
Gráfico 3. 3: Composição do Valor da Produção na indústria de transformação do AM.	115
Gráfico 3. 4: Composição do Consumo Intermediário na indústria de transformação do AM.	116
Gráfico 3. 5: Composição do Valor Adicionado na indústria de transformação do AM.....	118
Gráfico 3. 6: Evolução do valor adicionado para a indústria eletroeletrônica, duas rodas e de transformação.....	120
Gráfico 3. 7: Evolução do valor adicionado, faturamento, emprego e utilização da capacidade instalada para a indústria de transformação no Estado do Amazonas.	121
Gráfico 3. 8: Consumo intermediário por produtos selecionados.....	134
Gráfico 3. 9: Composição da utilização de materiais no valor da produção da indústria de transformação.....	135
Gráfico 3. 10: Composição do consumo intermediário nos produtos das três atividades mais significativas do PIM.	137
Gráfico 3. 11: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de material elétrico e equipamentos de comunicações.	138
Gráfico 3. 12: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de outros equipamentos de transporte.	140
Gráfico 3. 13: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de máquinas para escritório e outros equipamentos de informática.	141
Gráfico 3. 14: Relações intersetoriais e intrasetoriais entre as três principais atividades da indústria de transformação no setor de material elétrico e equipamentos de comunicações.....	142
Gráfico 3. 15: Relações intersetoriais e intrasetoriais entre as três principais atividades da indústria de transformação no setor de outros equipamentos de transporte.	142
Gráfico 3. 16: Relações intersetoriais e intrasetoriais entre as três principais atividades da indústria de transformação no setor de máquinas para escritório e equipamentos de informática.....	143

APÊNDICE

Apêndice 1: cálculo dos indicadores para a indústria de transformação – consumo intermediário.	173
Apêndice 2: cálculo dos indicadores para a indústria de transformação – valor da produção.	174
Apêndice 3: cálculo dos indicadores para a indústria de transformação – utilização do produto pela atividade.	175
Apêndice 4: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – Alimentos e bebidas e jornais, revistas, discos.	176
Apêndice 5: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – produtos farmacêuticos e Artigos de borracha e plástico.	177
Apêndice 6: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos e Máquinas para escritório e equipamentos de informática.	178
Apêndice 7: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – Máquinas, aparelhos e materiais elétricos e Material eletrônico e equipamentos de comunicações.	179
Apêndice 8: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – Outros equipamentos de transporte e Móveis e produtos das indústrias diversas.	180
Apêndice 9: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Alimentos e bebidas e jornais, revistas, discos.	181
Apêndice 10: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Produtos farmacêuticos e Artigos de borracha e plástico.	182
Apêndice 11: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos e Máquinas para escritório e equipamentos de informática.	183
Apêndice 12: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Máquinas, aparelhos e materiais elétricos e Material eletrônico e equipamentos de comunicações.	184
Apêndice 13: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Outros equipamentos de transporte e Móveis e produtos das indústrias diversas.	185
Apêndice 14: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Alimentos e bebidas.	186
Apêndice 15: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de jornais, revistas, discos.	187

Apêndice 16: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Produtos farmacêuticos.	188
Apêndice 17: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Artigos de borracha e plástico.	189
Apêndice 18: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos.	190
Apêndice 19: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.	191
Apêndice 20: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Móveis e produtos das indústrias diversas.	192
Apêndice 21: Composição percentual dos resíduos no PIM por setor.	193
Apêndice 22: Composição percentual dos resíduos no PIM por categoria.	194

ANEXOS

Anexo 1: Comparação do Código do Estudo e do CONAMA para Resíduos Industriais Não-Perigosos em Geral.....	195
Anexo 2: Comparação do Código do Estudo e do CONAMA para Resíduos Industriais Perigosos em Geral.....	196

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACV – Análise de ciclo de vida

AFM – Análise de Fluxo de Massa

BAT – Best Available Technique

BPX – By Product Exchange

CDS/UnB – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília

CE – Circular Economy

CKD – Completely Knocked Down

CNAE – Classificação Nacional por Atividade Econômica

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CODIN – Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CRR – Centro de Reciclagem Rio

CT-PIM – Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus

CTF – Cadastro Técnico Federal

DERC – Departamento de Conservação Ambiental e dos Recursos Naturais da China

E&S – Environment and Sanitation Company

EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental

EIN – Eco-Industrial Network

EIP – Eco-Industrial Park

EPA – Environmental Protection Agency

EPB – Environmental Protection Bureau

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

EW-MFAcc – Economy Wide Material Flow Account

FBKF – Formação Bruta de Capital Fixo

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FIAM – Feira Internacional da Amazônia

FIEAM – Federação das Indústrias do Estado do Amazonas

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

GG – Guitang Group

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços

IE – Industrial Ecology

IMN – Índices Mínimos de Nacionalização

INES – Industrial Eco-System Project

IPCC – Integrated Pollution Prevention and Control

IPI – Imposto sob produtos industrializados

IS – Industrial Symbiosis

JICA – Agência de Cooperação Internacional do Japão

KICOX – Korea Industrial Complex Corporation

KITECH – Korea Institute of Technology

KNPCPC – Korea National Cleaner Production Center

LCI – Inventário de Ciclo de Vida

LDO – Lei de Diretrizes Orçamentárias

LOA – Lei Orçamentária Anual

MFA – Análise de fluxo de materiais

MOF – Ministério das Finanças da China

MOFCOM – Ministério do Comércio da China

MOST – Ministério de Ciência e Tecnologia da China

NBS – Agência Nacional de Estatísticas da China

NISP – National Industrial Symbiosis Program

NPCEZP – National Pilot Circular Economy Zone Program

NPEIPP – National Pilot EIP Program

NRDC – National Development and Reform Commission

ONG – Organização Não Governamental

PCCI – Plano de Controle e Prevenção da Poluição industrial

PCSD – President’s Council on Sustainable Development

PDP – Política de Desenvolvimento Produtivo

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PIB – Produto Interno Bruto

PIE – Produtor Independente de Energia

PIM – Polo Industrial de Manaus

PIOT – Physical Input-Output Table

PITCE – Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PNRS – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

PPB – Processo Produtivo Básico

PROSAMIM – Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus

RiVu – Rietvelden/Vutter

RMRJ – Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro

RSI – Resíduos Sólidos Industriais

SEPA – State Environmental Protection Administration

SFA – Análise de Fluxo de Substância

SGA – Sistema de Gerenciamento Ambiental

SKD – Semi Knocked Down

STIP – Sustainable Technologies Industrial Park

Suframa – Superintendência da Zona Franca de Manaus

SWOT – Strengths, Weakness, Opportunities and Threats

TEDA –Tianjin Economic Development Area

TESF – Tabelas de Entradas e Saídas Físicas

TRU – Tabelas de Recursos e Usos

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNA – Usina Nova América

ZFM – Zona Franca de Manaus

ZUEI – Zonas de Uso Estritamente Industrial

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
Objetivos.....	25
Metodologia.....	25
Estrutura da pesquisa	32
1. REVISÃO DA LITERATURA	34
1.1 Dos negócios para os negócios: Ecologia Industrial, Ecoeficiência e a busca por melhores tecnologias disponíveis	34
1.1.1 Da quantidade para a qualidade: a Análise de Fluxo de Materiais	43
1.2 Polos industriais, gestão de resíduos industriais e os ecoparques industriais: a busca por uma relação sistêmica entre a organização industrial e o meio ambiente	48
1.2.1 Ecoparques Industriais	53
1.2.1.1 Evidências empíricas de Ecoparques Industriais	58
1.2.1.2 Ecoparques industriais: Semelhanças críticas	71
2. ECOPARQUES INDUSTRIAIS NO BRASIL: UMA PROPOSTA PARA FUTURAS EXPERIÊNCIAS.....	77
2.1. Ecoparques Industriais no Brasil.....	78
2.1.1. O Programa Rio Ecopolo.....	78
2.2. Criando ecoparques no Brasil: fatores estratégicos a serem considerados	85
2.2.1. A seleção dos <i>stakeholders</i>	87
2.3. Sugestões para uma estratégia de desenvolvimento de ecoparques industriais no Brasil	99
3. O METABOLISMO DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS	105
3.1. A área de estudo: aspectos históricos e conjunturais	106
3.1.1. Contexto panorâmico vigente – Principais setores.....	111
3.1.1.1. Valor da Produção.....	114
3.1.1.2. Consumo Intermediário.....	115
3.1.1.3. Valor Adicionado	117
3.1.2. Contexto panorâmico vigente – Indústria de transformação (PIM)	119
3.2. O PIM pode se transformar em um EIP? Fatores potenciais e limitadores	122
3.3. Uma contribuição: a caracterização do metabolismo industrial	131
3.3.1. As entradas: a aquisição de insumos	133
3.3.2. As saídas: resíduos industriais e agregados macroeconômicos.....	143
REFERÊNCIAS	159
APÊNDICE.....	173
ANEXOS.....	195

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, as discussões acerca do meio ambiente tomaram uma importância fundamental no que concerne aos efeitos que o homem provoca sobre o mesmo. A preocupação quanto a possibilidade de escassez de insumos baseados em recursos naturais, até então, era vista como pouco provável ou inexistente em decorrência de uma visão baseada no progresso tecnológico dos fatores de produção como agente redutor da escassez (GEORGESCU-ROEGER, 1986).

Todavia, a disponibilidade de recursos naturais não cresce na mesma velocidade do que o crescimento da população e das atividades produtivas que, por sua vez, são baseadas no consumo de mercadorias e na obsolescência programada dos mesmos. Assim, o processo de produção, que é caracterizado por um fluxo insumo-produto que ressalta a necessidade de materiais e energia, se depara com limitações que vão além da necessidade de expansão da capacidade instalada via bens de capital.

Sob uma ótica holística, a dinâmica das necessidades energéticas e das restrições por conta da disponibilidade destes insumos podem ser explicados pelas leis da termodinâmica. Enquanto que a primeira lei da termodinâmica ressalta a conservação da energia, ou seja, de que esta nunca é destruída mas sim alterada no tocante à sua forma, a segunda lei trata do fato de que nenhuma transformação espontânea de energia em energia potencial é 100% eficiente, dado que parte desta sempre será dissipada sob uma forma não disponível (ODUM et al, 2008).

Quando tais princípios são utilizados para explicar a dinâmica econômica contemporânea, é verificada uma analogia significativa com as duas leis da termodinâmica, pois a fabricação de bens e serviços impõe a utilização dos materiais de forma que estes não são utilizados em sua totalidade, pois resíduos são criados em todas as etapas do processo insumo-produto, o que é uma característica da primeira lei; em paralelo, tanto a criação de resíduos quanto de bens finais envolvem fluxos de dissipação de formas não utilizáveis de energia, dentre as quais se pode citar poluentes como produtos químicos despejados nos rios, solo e na atmosfera, ou seja, a transformação de produtos da natureza que são de baixa entropia em poluentes de alta entropia que é uma característica da segunda lei. Outra característica das atividades produtivas que pode ser explicada com o viés da lei da entropia é

a irreversibilidade no tempo tanto em termos físicos quanto de atividade econômica (MOTA, 2006).

Portanto, por mais que o consumo seja o ato de destruição de um produto do ponto de vista de sua utilização, este não é realizado de forma total pois o resíduo deste ainda existe. Além disso, os resíduos dissipam energia sob a forma de poluição, o que prejudica o meio ambiente e, conseqüentemente, o mercado de bens e serviços. Assim, na busca por uma relação de equilíbrio entre os aspectos ambientais e econômicos, os processos produtivos passam por mudanças qualitativas, a fim de que possa ocorrer uma utilização responsável dos recursos naturais, posto que estes não podem mais ser encarados meramente como insumos.

As pesquisas no âmbito da economia ecológica buscam tal conciliação por meio de diversas técnicas, inserindo-se nesse contexto a ecologia industrial, que consiste em um sistema dinâmico que habilita o gerenciamento da atividade humana em bases sustentáveis e que procura, dentre outras coisas, a minimização de energia e de materiais, assim como também assegurar a qualidade de vida aceitável para a população reduzindo os impactos ecológicos ao mesmo tempo em que garante a viabilidade econômica dos sistemas para a indústria e para o comércio (LOWE et al, 1997).

Por sua vez, dentre as principais técnicas utilizadas pela ecologia industrial, merece destaque a avaliação do ciclo de vida¹ (ACV, e na literatura inglesa como *Life Cycle Assessment-LCA*) e a análise de fluxo de materiais (na literatura inglesa como *Material Flow Analysis*) como as suas principais ferramentas².

Enquanto que a ACV compreende o impacto ambiental da aquisição da matéria-prima ao descarte, a análise dos fluxos de materiais permite o mapeamento dos fluxos de massa e energia nas atividades produtivas de acordo com o seu respectivo nível de agregação (macro para economias nacionais e meso para análises setoriais), além de contribuir para a identificação das possibilidades de troca entre os setores produtivos dado que este também atua como um sistema.

¹ Consiste em analisar os impactos ambientais causados por um produto desde a chegada dos insumos à chegada do produto para o consumidor por meio de um método quantitativo e comparativo, no intuito de identificar opções de produtos ambientalmente corretos assim como também alternativas de projeto, no intuito de permitir ao consumidor selecionar e ao produtor fabricar produtos mais “verdes” (NORRIS et al, 2005).

² Consiste em analisar o processo produtivo do ponto de vista dos resíduos causados pelas etapas do mesmo, ou seja, a entrada de insumos e a saída não apenas de produtos, mas também de resíduos.

Uma forma prática de se viabilizar tais conceitos é o desenvolvimento de ecoparques industriais (Eco-Industrial Parks – EIP), que consiste em uma comunidade de firmas produtoras de bens e serviços que buscam benefícios mútuos em termos econômicos, sociais e ambientais. A experiência de maior sucesso nesse aspecto é a de Kalundborg, Dinamarca, que desde os anos 1960 manteve uma lenta e espontânea simbiose no que concerne o compartilhamento de materiais e energia. Desde então, iniciativas de se viabilizar o desenvolvimento ecoindustrial por meio dos EIPs tem sido observado nos Estados Unidos, Canadá, Holanda, Filipinas, China, Brasil, dentre outros países, tanto em termos de transformação de um parque industrial em um EIP quanto de sua implementação a partir do zero.

A necessidade de estudo de tais técnicas é justificada pelo fato de que os processos produtivos não conseguem aproveitar os insumos em sua totalidade, assim gerando desperdícios, ou seja, resíduos. Logo, partindo do fato de que todos os insumos utilizados nos processos são oriundos dos recursos naturais (BUARQUE, 1984), o tratamento dos resíduos oriundos das atividades produtivas do Polo Industrial de Manaus – PIM pode ser inserido no contexto desta discussão. Nesse aspecto, o desempenho em termos de eficiência produtiva e desempenho ambiental deste complexo industrial estão relacionados ao resumo de recursos naturais, às emissões poluentes e ao mau destino dos resíduos industriais.

A busca por processos produtivos amparados nos princípios da sustentabilidade por parte dos formuladores de políticas industriais para o PIM, assim como também as normas estabelecidas pela ISO 14.000 para a gestão ambiental neste segmento de parques tecnológicos tem sido cada vez mais frequentes. Nesse contexto, questiona-se se: a caracterização do metabolismo industrial do PIM poderá contribuir para um desempenho mais ecoeficiente do parque?

Na medida em que o conceito de desenvolvimento sustentável se torna cada vez mais difundido, nota-se a ideia de que este deve ter em seu contexto a convergência entre as óticas ambiental, social e econômica, condições estas necessárias para que o processo de desenvolvimento seja não apenas sustentável, mas também incluyente e sustentado (SACHS, 2004; SACHS, 2007). Nesse sentido, como vetor na promoção de eficiência econômica aliada à eficiência ambiental, a ecologia industrial incrementa a pesquisa ambiental e o debate acerca das ações humanas, complementando o foco tradicional da ciência e da política ambiental, posto que (LOWE, 1997; LIFTSET, 2001):

- Os sistemas industriais, assim como o meio ambiente, podem ser observados em termos de fluxos;
- Pesquisas relacionadas a ecologia industrial podem proporcionar novas oportunidades;
- Experiências onde os princípios da ecologia industrial têm aparecido com frequência significativa;
- Existem formas de se viabilizar os princípios da ecologia industrial.

Nesse sentido, um dos principais desafios para a ecologia industrial está pautado em sua inovação mais crítica: o nível de cooperação entre as empresas, onde a complexidade dos sistemas industriais faz desse desafio uma aproximação interdisciplinar (WALLNER, 1999). De acordo com Jacobsen (2006), a ecologia industrial opera em três níveis, indo de uma abordagem geral (entre as firmas) para uma abordagem da empresa em sentido individual: de ecoparques industriais, simbiose industrial e ecossistemas industriais para ilhas de sustentabilidade, redes de reciclagem industrial e sinergia entre produtos.

No caso da simbiose industrial, como uma ferramenta da ecologia industrial, esta pode ser motivada por razões econômicas como, por exemplo, reduções de custo de tratamento de resíduos (ASHTON, 2008). Para tal, a comunicação entre os gerentes e tomadores de decisão é essencial para o sucesso do parque como um todo, demandando-se assim não apenas pela simbiose industrial como também a social, que permite, por exemplo, que cientistas sociais possam estudar dinâmicas socioeconômicas envolvendo fluxos de materiais e energia, como também as implicações desta teia de relações para os processos naturais (HABERL, 2001).

Analisando a ecologia industrial no sentido do objeto de estudo desta pesquisa e, posto que o PIM tenha um peso significativo no desempenho econômico do Estado do Amazonas (NEVES et al, 2009), torna-se de suma importância para os formuladores de políticas industriais estudos e pesquisas que analisem de forma apurada as suas principais características. Paralelamente, com as práticas voltadas às questões ambientais cada vez mais presentes na indústria, o que se dá pelas normas de gestão ambiental, pelas certificações ISO 14.000, por exemplo, justificam-se estudos voltados para tal questão, ainda que sejam relativamente escassos.

Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar o metabolismo industrial do PIM, tendo como específicos:

- Identificar, a partir das experiências de desenvolvimento ecoindustrial selecionadas, estratégias para a implementação de ecoparques industriais no Brasil;
- Verificar os pontos onde o PIM se aproxima e se afasta da experiência de um ecoparque industrial;
- Caracterizar o fluxo de materiais das atividades do PIM.

Metodologia

No intuito de proporcionar empirismo e viabilidade à presente pesquisa, esta partiu de um método dedutivo, com uma postura analítica quanto às informações e aos dados apresentados. Quanto à área de estudo, trabalhou-se com o Polo Industrial de Manaus – PIM, criado pela lei 3.173 de 6 de junho de 1957 e ampliada pelo decreto-lei 288 de 28 de fevereiro de 1967.

No que diz respeito ao objetivo geral, a análise do metabolismo industrial do PIM parte da compreensão das relações produtivas da indústria de transformação amazonense. Estas ocorrem a partir da interação entre insumos em um determinado processo de produção que, por sua vez, acarreta na fabricação de um produto ou mercadoria.

A fim de que este processo seja melhor compreendido, é necessário fazer uma distinção entre os termos produção e produto. Ao passo em que o termo produção implica um processo contínuo de entradas e saídas, o produto, também chamado de bem final, deve ser visto como o resultado da produção (ROSSETTI, 1995; PAULANI e BRAGA, 2007).

Em meio as entradas e saídas que caracterizam a produção, existem interações tanto com as matérias-primas disponibilizadas pelo meio ambiente quanto com os produtos que vão compor o valor do produto em questão. Por exemplo: um pneu, apesar de ser um bem final fabricado por uma fábrica de pneus, é um item fundamental na composição de outras mercadorias, como automóveis e motocicletas. Logo, dependendo do foco, determinados

produtos podem ser bens finais ou bens intermediários, ou seja, produtos que são utilizados na composição de outros.

Neste sentido, um cuidado necessário na mensuração da atividade econômica é o de evitar a múltipla contagem pois, caso contrário, não seria possível contabilizar a real contribuição de um produto para a atividade econômica, ou seja, o pneu do exemplo discutido no parágrafo anterior seria contabilizado duas vezes: a primeira vez como bem final e segunda vez como insumo na fabricação do automóvel, o que dificultaria a precisão e conseqüentemente a capacidade de explicação dos indicadores relacionados a tal temática.

Por conta disso, a mensuração do valor do automóvel é definido pela contribuição que o pneu e os demais insumos utilizados proporcionaram para a sua fabricação, ou seja, pelo valor que foi adicionado pelas etapas de produção ao produto final. Logo, o consumo intermediário, que corresponde aos insumos que são utilizados nos processos produtivos na composição dos bens finais (que são disponibilizados no mercado de bens e serviços), contribui para o valor da produção (também chamado de valor bruto da produção), que por sua vez corresponde ao total da produção de um determinado setor levando-se em consideração todos os bens intermediários que foram utilizados para a fabricação de seus produtos.

Ao se subtrair o consumo intermediário do valor da produção, tem-se o valor adicionado, ou seja, o total do valor que foi agregado pelo consumo intermediário nas etapas do processo de produção seja de uma mercadoria, seja de um setor em específico. Conseqüentemente, a soma dos valores adicionados de todos os setores produtivos (agricultura, indústrias e serviços) é um dos principais itens para o cálculo do Produto Interno Bruto – PIB de uma determinada região ou país.

Posto que o PIB de uma economia reflete o total dos bens e serviços que são produzidos ao longo de um determinado período de tempo, a composição deste indicador depende do processo de entradas e saídas, pois estas determinam a relevância que o consumo intermediário, caracterizado pela utilização de insumos estaduais, interestaduais e internacionais tem para o valor da produção e conseqüentemente para o valor adicionado. Por conta disto, esta relação é sistematizada por meio das tabelas de entradas e saídas, uma etapa importante na construção da Matriz de Insumo-produto idealizada por Leontief.

De acordo com Wixted, Yamano e Webb (2006), uma tabela de entradas e saídas pode ser dividida em cinco seções:

1. Uma matriz de bens (ou transações) intermediários que contenha informações relativas a interação entre os ofertantes e os consumidores de matéria-prima, componentes industriais e serviços domésticos. Os valores das transações contidos nessa matriz podem ser a preços básicos ou a preços do consumidor;
2. Linhas abaixo da matriz de transações intermediárias que mostrem os ajustes necessários para derivar o total das entradas de bens intermediários usados na produção a preços do consumidor. Aqui estão incluídos as importações de bens e serviços;
3. O Valor Adicionado das Atividades a preços básicos;
4. A contabilização da oferta de bens que não são consumidos pela indústria doméstica, localizadas à direita da matriz de transações intermediárias e organizadas em colunas. Esta parte contém agregados macroeconômicos como o consumo final (tanto das unidades familiares quanto do governo), a Formação Bruta de Capital Fixo – FBKF e as exportações;
5. Por fim, as importações de bens para o uso final e suas respectivas taxas menos subsídios associados a transação destes.

No Brasil, a análise de entradas e saídas é realizada por meio da Matriz de insumo-produto, que faz parte das Contas Nacionais publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Isto posto, o cálculo da matriz de coeficientes técnicos é baseada nas tabelas de produção e consumo intermediário das Tabelas de Recursos e Usos – TRU, que considera no consumo intermediário e na demanda final o valor total dos bens e serviços sem a distinção entre nacional e importado (IBGE, 2008; SUFRAMA e UFAM, 2012) .

Apesar do potencial para uma melhor compreensão das relações produtivas entre os setores que compõem a economia brasileira, o trabalho para realizar esse tipo de análise em nível de unidades da federação impõe uma complexidade significativa que por sua vez é justificada pelas particularidades de cada Estado. Por conta disso, o IBGE realizou um esforço com os órgãos estaduais de estatísticas para mensurar os agregados macroeconômicos e demais indicadores em nível de unidades da federação.

Nesse sentido, no que diz respeito a economia amazonense, em 2012, foi disponibilizado pela Suframa e pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM a publicação referente a TRU para o ano de 2006. A partir destas informações se poderá ter uma maior compreensão das atividades do PIM do ponto de vista de suas relações inter e intrasetoriais, assim permitindo verificar as possibilidades de sinergias entre as empresas existentes que por sua vez é uma etapa importante para o planejamento do processo de transformação de um parque industrial tradicional em um EIP.

A fim de que seja analisada a contribuição dos materiais nas atividades do PIM utilizou-se os dados oriundos das Tabelas de Recursos e Usos do Amazonas a preços básicos para o ano de 2006, que é um dos produtos do projeto “Relações Intersetoriais na Economia Amazonense” realizado por meio de um acordo de cooperação técnica entre a Suframa e a Universidade Federal do Amazonas – UFAM e contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e do Governo do Estado do Amazonas.

Para a elaboração dos dados contidos na TRU referentes à indústria de transformação para representar o PIM nesta pesquisa, foram utilizados os registros das Contas Regionais do Amazonas por Classificação Nacional por Atividade Econômica – CNAE e dados dos sistemas de controle da Suframa. Dentre tais sistemas, no Sistema de Indicadores Industriais são registradas as vendas por produto e por distinção de grande parte da indústria de transformação do Amazonas que, por sua vez, mantém alta concentração no PIM. Isto posto, as atividades foram classificadas de acordo com a CNAE ligada à preponderância da atividade correspondente a sua maior produção e complementadas por um extrato expandido que utiliza informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (SUFRAMA e UFAM, 2012).

De forma que fosse possível obter os dados relativos ao PIM com maior detalhamento no que tange às suas relações intersetoriais e intrasetoriais se partiu de uma TRU que compreende as relações entre 110 produtos e 56 atividades, e dentre estas foram selecionadas para análise o consumo intermediário de atividades relacionadas à indústria de transformação conforme abaixo:

- Alimentos e bebidas;
- Jornais, revistas, discos;
- Produtos farmacêuticos;

- Artigos de borracha e plástico;
- Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos;
- Máquinas para escritório e equipamentos de informática;
- Máquinas, aparelhos e materiais elétricos;
- Material elétrico e equipamentos de comunicações;
- Outros equipamentos de transporte;
- Móveis e produtos das indústrias diversas.

No processo de seleção das atividades a serem analisadas foram excluídas as relacionadas ao refino de petróleo e coque bem como a fabricação de cimento por fins de sigilo das informações. Isto posto, as demais categorias foram selecionadas a partir da relevância que o consumo intermediário tem para o valor bruto da produção da indústria de transformação como um todo. Quanto aos produtos relacionados aos materiais e recursos naturais que possam ser utilizados nos processos produtivos, foram selecionados os seguintes:

- Produtos da exploração florestal e da silvicultura;
- Minerais metálicos não-ferrosos;
- Minerais não-metálicos;
- Produtos de madeira – exclusive móveis;
- Celulose e outras pastas para fabricação de papel;
- Papel e papelão, embalagens e artefatos;
- Produtos químicos inorgânicos;
- Produtos químicos orgânicos;
- Artigos de borracha;
- Artigos de plástico;
- Outros produtos de minerais não-metálicos;
- Gusa e ferro-ligas;
- Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço;
- Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos;
- Fundidos de aço;
- Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana.

Assim, a partir dos dados da TRU-AM 2006, foi verificado inicialmente a composição do consumo intermediário na indústria de transformação amazonense, que é representada em

sua maior parte pelo PIM. Posteriormente, a significância da utilização de materiais, ou seja, o peso de um determinado produto no total da produção de uma atividade, foi calculada da seguinte forma:

$$\text{Peso do material} = \frac{\text{Consumo intermediário do produto}}{\text{Valor da Produção da atividade}}$$

Além da significância da utilização destes materiais nas atividades do PIM, deve-se estar atento à importação destes materiais. Para tal, serão calculados e comparados os coeficientes com e sem as importações no consumo intermediário. Com isto, será possível verificar não apenas o peso dos materiais regionais nos indicadores em questão mas também apontar quais atividades dependem mais de material importado de outras regiões e de outros países.

O cálculo e a análise deste indicador ocorre inicialmente para a indústria de transformação como um todo e posteriormente para as principais atividades que compõem a área de estudo. Foram selecionadas inicialmente as dez principais atividades, todavia se analisou com maior detalhamento as três principais:

- Material elétrico e equipamentos de comunicações;
- Material de transporte;
- Máquinas para escritório e equipamentos de informática.

Estas atividades, de acordo com a CNAE 1.0, compreendem as atividades 30, 32 e 35, mostradas no quadro 0.1.

Quanto aos resíduos, foram utilizadas informações oriundas do levantamento de resíduos industriais do PIM realizado pela agência de cooperação internacional do Japão – JICA, que mapeou os resíduos industriais do PIM referentes ao ano de 2008.

No que diz respeito ao tratamento dos dados, tanto por conta da falta de índices de volume específicos quanto da falta de índices de preços específicos e em nível estadual para cada uma das atividades tratadas nesta pesquisa, preferiu-se manter os dados em preços básicos de 2006, no intuito de evitar a perda de fidelidade das informações por conta da aplicação de índices de preços que não compreendessem a realidade da região analisada na pesquisa.

Classificação CNAE 1.0	Corresponde a	Descrição
30 - Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	Bens de Informática	<p>Esta divisão compreende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A fabricação de máquinas para escritório (mecânicas, elétricas ou eletrônicas); • A fabricação de computadores e outras máquinas e equipamentos para processamento de dados, inclusive os equipamentos periféricos; • A fabricação de peças para máquinas e equipamentos produzidos; <p>Esta divisão não compreende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • A fabricação de componentes eletrônicos (32); • • A manutenção de máquinas para processamento de dados (72); • • O desenvolvimento e edição de software (72).
32 - Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Eletroeletrônico	<p>Esta divisão compreende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A fabricação de material eletrônico básico; • A fabricação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelegrafia, equipamentos de comunicação de dados, por cabos, micro ondas ou via satélite; • A fabricação de receptores de rádio e televisão, reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo; • A fabricação de peças para máquinas e equipamentos produzidos nesta divisão; • A instalação, manutenção e reparação de sistemas de telecomunicações (equipamentos transmissores de rádio e televisão, estações telefônicas, para radiotelegrafia e radiotelegrafia). <p>Esta divisão não compreende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A fabricação de aparelhos eletrodomésticos (29); • A fabricação de computadores (30); • A fabricação de material eletrônico básico (32); • A instalação de antenas (45); • A reparação de aparelhos domésticos e de telefones (52).
35 - Outros equipamentos de transporte	Duas Rodas	<p>Esta divisão compreende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A construção de embarcações e estruturas flutuantes; • A construção de veículos ferroviários e aeronaves; • A fabricação de motocicletas, bicicletas e outros equipamentos de transporte; • A fabricação de peças e acessórios para os veículos produzidos nesta divisão; • A fabricação de cadeiras de rodas e veículos semelhantes para inválidos; • A manutenção e reparação de embarcações em estaleiros, veículos ferroviários e aeronaves. <p>Esta divisão não compreende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A manutenção de motocicletas (50); • A reparação de bicicletas (52).

1.0 Quadro 0. 1: Classificação dos principais setores do Polo Industrial de Manaus de acordo com a CNAE 1.0
Fonte: IBGE (2004)

Estrutura da pesquisa

De forma a apresentar uma narrativa para explicitar o cumprimento dos objetivos desta pesquisa, esta tese foi organizada, além da introdução e da conclusão, em três capítulos.

Inicialmente, a revisão da literatura, no intuito de fornecer o arcabouço teórico desta pesquisa, trata da ecologia industrial a partir de sua principal característica, que é a de ressaltar que a indústria, tanto na fabricação de bens quanto de serviços, atua como um sistema vivo que, por sua vez, está contido em um sistema ainda mais amplo, que é o meio ambiente. Isto posto, é discutida a ecoeficiência e a busca por tecnologias que aproveitem melhor a utilização dos materiais oriundos dos recursos naturais nos processos produtivos. Por fim, como um instrumento para viabilizar a busca por uma melhor utilização destes recursos, é apresentada a Análise de Fluxos de Materiais – MFA de acordo com o seu objeto de interesse, tipo de análise e tipo de ferramenta de mensuração.

Posteriormente, conceituam-se polos industriais e é discutida a forma como a gestão de resíduos pode contribuir para uma melhor utilização de materiais. Nesse âmbito é tratado o ecoparque industrial a partir de suas principais características bem como os requisitos necessários para o seu desenvolvimento. Além disso são apresentadas evidências empíricas de EIPs como Kalundborg e outras nos Estados Unidos, Canadá, Holanda e China, com destaque para a Tianjin Economic Development Area – TEDA. Por fim, as experiências observadas foram analisadas em termos comparativos, o que permitiu observar as aproximações e distanciamentos entre os casos selecionados.

As possibilidades econômicas, sociais e ambientais a partir do desenvolvimento ecoindustrial são discutidas no segundo capítulo, que tem por objetivo levantar estratégias para a criação de ecoparques no Brasil. Para que tais estratégias fossem levantadas, a partir das semelhanças críticas observadas no capítulo anterior, foi analisado o Programa Rio Ecopolo e identificou-se com base na literatura as suas principais limitações. Por fim, tomando como base o que foi discutido, foram levantadas algumas estratégias e fatores que devem ser considerados em iniciativas futuras de EIPs no Brasil.

O terceiro e último capítulo discute o metabolismo do Polo Industrial de Manaus – PIM. Primeiramente é apresentado o parque industrial em questão tanto do ponto de vista histórico quanto de sua composição em termos de emprego, faturamento, valor da produção, consumo intermediário e valor adicionado. Inserida a área de estudo, é discutida a

aplicabilidade das estratégias de desenvolvimento ecoindustrial descritas no capítulo anterior ao se considerar uma possível transformação do PIM em um EIP, o que proporciona a identificação dos pontos onde o referido parque industrial se aproxima e se afasta de uma experiência ideal de EIP.

Por conseguinte, no âmbito das estratégias discutidas no segundo capítulo, é analisado o metabolismo do PIM a partir de suas entradas e saídas. A aquisição de materiais, caracterizada pela aquisição de insumos estaduais, interestaduais e internacionais, é explicada pelas relações intra e intersetoriais por meio do peso que o consumo intermediário tem no valor da produção. Dessa forma, é possível observar, por exemplo, o quanto a produção de bens eletroeletrônicos depende da utilização de água e energia elétrica e o quanto dessa dependência é oriunda do próprio Estado, de outras unidades da federação e de outros países.

As saídas são explicitadas, além de indicadores econômicos como as exportações e o Produto Interno Bruto – PIB, pelos resíduos industriais perigosos e não perigosos que são gerados nas atividades produtivas do parque industrial. No caso dos resíduos, estes são analisados tanto em termos relativos quanto por meio da caracterização de seus fluxos. Por fim, o metabolismo do PIM é resumido a partir de suas entradas e saídas. Por meio destas informações é possível perceber a postura do PIM em relação a gestão de resíduos industriais, além de sua situação quanto a simbiose industrial bem como os desafios que deveriam ser enfrentados na possibilidade deste se transformar em um EIP no futuro.

1. REVISÃO DA LITERATURA

A fim de que se possa obter o embasamento teórico e científico para a elaboração desta tese, este capítulo ressalta algumas das contribuições em torno do objeto de estudo. Nesse sentido, começa-se com uma breve discussão em torno dos conceitos de Ecologia Industrial e Ecoeficiência, para que se possa, então, justificar a Análise de Fluxo de Materiais – MFA, assim como também as questões relacionadas aos polos/ distritos industriais e a gestão de seus resíduos, o que por sua vez proporciona, no sentido da simbiose industrial, uma discussão sobre os ecoparques industriais.

1.1 Dos negócios para os negócios: Ecologia Industrial, Ecoeficiência e a busca por melhores tecnologias disponíveis

A aglomeração industrial, partindo do princípio de que esta é vital para o crescimento econômico dos países, na medida em que proporciona o desenvolvimento econômico também causa degradação no meio ambiente (SHI; CHERTOW; SONG, 2009). Paralelamente, as contribuições em torno da ecologia industrial ressaltam a relação, assim como a importância de convergência, entre as atividades humanas e as ambientais. Nesse sentido, torna-se cada vez mais clara a ideia de uma espécie de metabolismo entre estas variáveis, que ocorre da mesma forma como em um sistema vivo (AYRES; SIMONIS 1994). A analogia com este conceito, normalmente observado no âmbito da biologia, reflete um fluxo de materiais e energia realizados entre estes agentes, além de uma espécie de simbiose entre os mesmos (HABERL, 2001; DESROCHERS, 2002; DANIELS; MOORRE, 2002).

A ecologia industrial (Industrial Ecology – IE) é um campo prático de pesquisas em torno do desenvolvimento sustentável e seu conceito é emergente nas áreas de economia ecológica, política e gestão ambiental das empresas (KORHONEN, 2005). Em termos conceituais, o termo ecologia industrial veicula os seus respectivos campos de estudo: é *industrial* porque se foca no design de produtos e no processo de manufatura e observa as firmas como agentes que podem promover melhorias ao meio ambiente via tecnologias de informação e processos, posto que, apesar de possuírem uma contribuição significativa, as mesmas não são as únicas responsáveis pela poluição; e é *ecologia*, pois as relações sistêmicas observadas na natureza servem de exemplo para a atividade industrial, além do fato de que as atividades econômicas passam a não serem vistas como isoladas das ambientais, mas sim como parte delas (LIFTSET, 2002)

Assim, ecologia industrial pode ser definida como um amplo *framework* holístico que guia a transformação dos sistemas industriais em bases sustentáveis por meio de fluxos de materiais, energia e informações que possuem os agentes envolvidos, a partir de uma analogia biológica com os sistemas naturais (LOWE; EVANS, 1995; BOONS; BAAS, 1997; LIFTSET, 2002; COSTA, 2002; KORHONEN, 2005; ZHU et al, 2007). Em suma, os complexos industriais devem ser planejados de forma a maximizar a produtividade dos fatores e, paralelamente, minimizar os desperdícios e, conseqüentemente, a degradação ambiental. (LIFTSET, 2002; ZHU et al, 2007). A descrição do conteúdo da ecologia industrial tem foco nos seguintes campos de discussão (LIFTSET, 2002):

- *A analogia biológica*: pode ser aplicada em nível de fábricas, distritos e regiões por meio de conceitos observados nos sistemas ecológicos, a citar os fluxos e ciclos de materiais, nutrientes e energéticos, que por sua vez se apresentam como um instrumento potencial de análise entre as firmas.
- *O uso das perspectivas dos sistemas*: necessário para a análise ambiental e tomada de decisão. Pode ser manifestado por meio da avaliação de ciclo de vida – ACV, análise de fluxos de materiais e de energia, modelagem de sistemas, assim como também pesquisas e análises multidisciplinares e interdisciplinares.
- *O papel da mudança tecnológica*: a inovação tecnológica pode ser um importante vetor de redução de impactos ambientais, assim como a minimização de custos.
- *O papel das companhias*: as empresas atuam como um locus de especialização tecnológica e um importante agente de cumprimento de metas ambientais, além de proporcionar, no âmbito da ecologia industrial, um meio de escapar dos aspectos reducionistas característicos dos sistemas de comando e controle.
- *Desmaterialização e ecoeficiência*: com o passar do tempo, um ecossistema industrial, a partir da redução do consumo de materiais e de impactos ambientais, tende a promover desmaterialização³, intensidade de utilização dos materiais, descarbonização⁴ e ecoeficiência.
- *Aprimoramento da pesquisa e da prática*: as pesquisas e práticas na ecologia industrial são, em sua maioria, de caráter prospectivo, tendo o foco na busca de

³ Redução da quantidade de materiais utilizados para cumprir uma determinada tarefa

⁴ Redução da quantidade de carbono, oriundo da utilização de combustíveis, para cumprir uma determinada tarefa.

alternativas para evitar a criação de problemas ambientais, evitando assim prejuízos e danos irreversíveis.

A partir de todos esses elementos, é verificada a complexidade em que opera a ecologia industrial. Tal processo, como pode ser verificado na figura 1.1, pode ser dividido em uma variedade de níveis (CHERTOW, 2000, LIFTSET, 2002): firma ou unidade de processo, intra-firma, distrito ou setor, ou regional, nacional ou global.

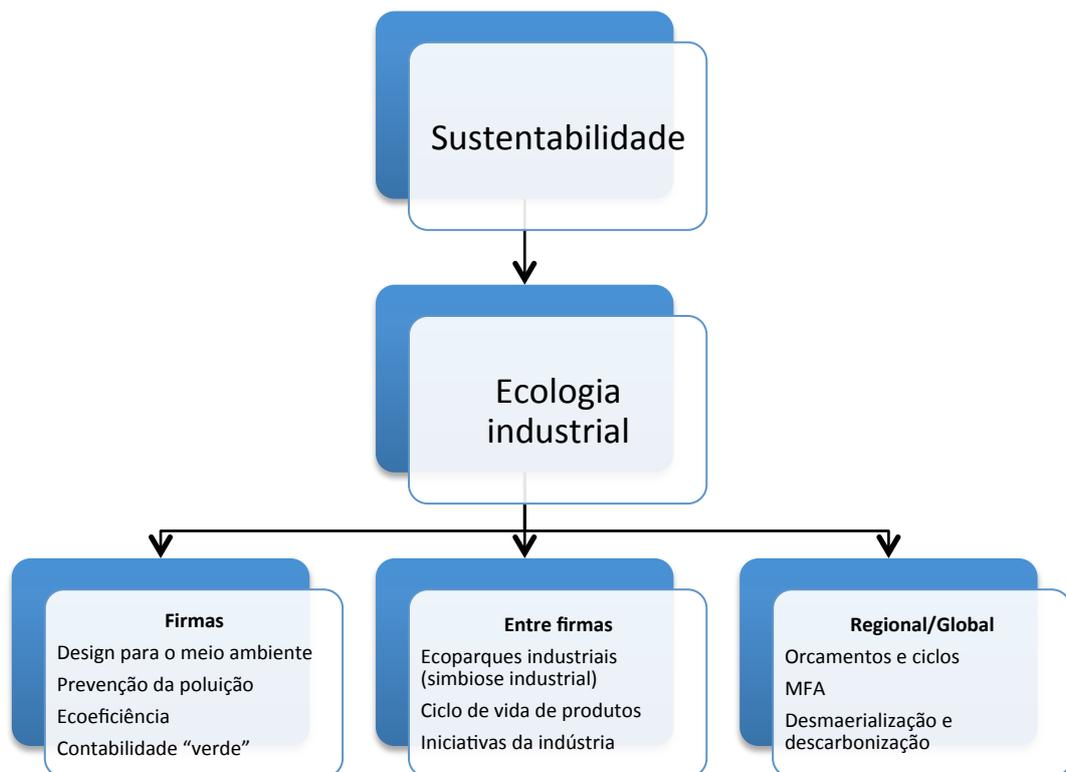


Figura 1. 1: A ecologia industrial e seus níveis.
Fonte: Chertow (2000); Liftset (2002). Tradução do autor.

Em nível de firmas/empresas, a ecologia industrial opera com ferramentas voltadas a proporcionar maior produtividade dos fatores com o mínimo de desgastes/perdas ambientais em nível individual, a citar como exemplo o ecodesign, prevenção da poluição e a ecoeficiência. Ao se ampliar o foco, ou seja, quando se passa a trabalhar a dinâmica do ponto de vista das relações entre as firmas/empresas, são priorizadas ferramentas com uma complexidade maior, priorizando a simbiose industrial, também chamada By product exchange – BPX, que por sua vez é um pré requisito para a implantação de um ecoparque industrial; Além disso, em nível de estudo entre firmas pode-se trabalhar com técnicas com nível micro de mensuração como a avaliação de ciclo de vida – ACV. Já em nível regional/global o foco

está na análise do metabolismo das economias como um todo, assim como também o relacionamento entre elas. Para tal, utilizam-se técnicas como a análise dos fluxos de materiais – MFA, desmaterialização e descarbonização.

Nesse sentido, os sistemas estudados pela IE, sejam regionais ou locais, são chamados de sistemas ecoindustriais, dado o foco dos estudos nos sistemas como um todo, e não apenas em componentes individuais dos mesmos. Tais sistemas, de acordo com as suas características, podem definir a diversidade nos sistemas econômicos e são definidos pelo número de setores utilizando energia aliados a equidade dos fluxos entre eles, podendo assim demonstrar o número de atores envolvidos no sistema (eco)industrial e criar possibilidades de intensificar as conexões e a cooperação entre os ecossistemas e o ecossistemas industriais (KORHONEN, 2005).

Na medida em que passa o tempo, ocorre em paralelo a evolução dos sistemas ecoindustriais. Tal evolução é verificada de acordo com o nível de complexidade das trocas simbióticas entre materiais e recursos energéticos renováveis e não renováveis (CHERTOW, 2000; LIFTSET, 2002), estando organizada da seguinte forma (KORHONEN, 2005):

- Tipo I: Sistema recém nascido
- Tipo II: Amadurecimento
- Tipo III: Maturidade

Apesar de esta breve classificação proporcionar maior didatismo, ainda possui as suas limitações, pois que os sistemas em questão são complexos em decorrência das dificuldades de criação, planejamento e gestão, além das particularidades pertinentes a cada região/local em que os mesmos são criados. Mesmo assim, analisar as experiências de sucesso é muito importante para se definir novas ações e metas neste campo de estudo.

Dentre as experiências relacionadas aos aspectos evolutivos de um parque industrial, Korhonen (2005) analisou o caso do Uimaharju Industrial Park, localizado na cidade de Eno, Finlândia. O operador central do parque é a *Stora Enso integrated forest product company* e tem como parceiros a *Enocell Oy*, que produz celulose química e a *Stora Enso Timber/Uimaharju Mill*, que produz madeira serrada. Até 2005, existiam seis atores industriais no parque industrial em questão:

- Serraria

- Fábrica de Celulose
- Estação de tratamento de cinzas
- Usina termelétrica
- Usina de gás industrial
- Usina de tratamento de efluentes

A evolução do Uimaharju Industrial Park pode ser observada de acordo com a classificação descrita anteriormente (Tipo I, II e III). Nesse sentido, é verificado que as transações econômicas e conseqüentemente os fluxos de materiais e de recursos energéticos tornam-se cada vez mais complexos com o passar do tempo, conforme pode ser observado nas figura 1.2, 1.3 e 1.4.

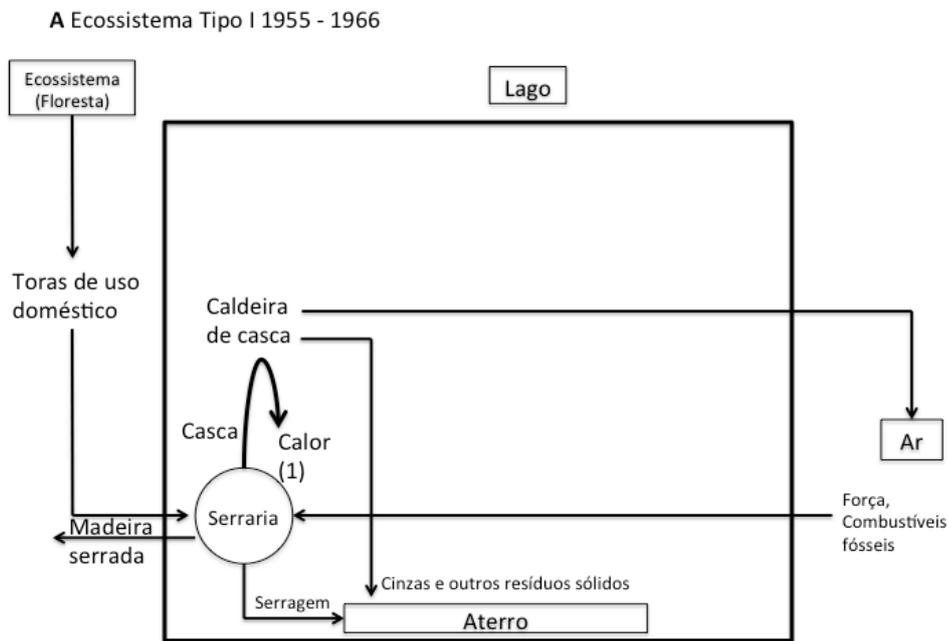


Figura 1. 2: Evolução de um parque industrial: do tipo I ao tipo III – Uimaharju Industrial Park, Finland (Tipo I)

Fonte: Korhonen (2005). Tradução do autor.

Ao fazer uma analogia entre o meio ambiente e a indústria, é verificado que seu *modus operandi* é baseado em relações simbióticas: enquanto o meio ambiente realiza processos como fotossíntese e seus atores são regidos pelo ciclo da vida, as operações industriais atuam de acordo com relações de produção, que por sua vez se baseiam em relações insumo-produto, cujo processo também está baseado no ciclo de vida de produtos/materiais/recursos. Assim, tais operações refletem uma simbiose industrial entre os agentes envolvidos nos processos industriais.

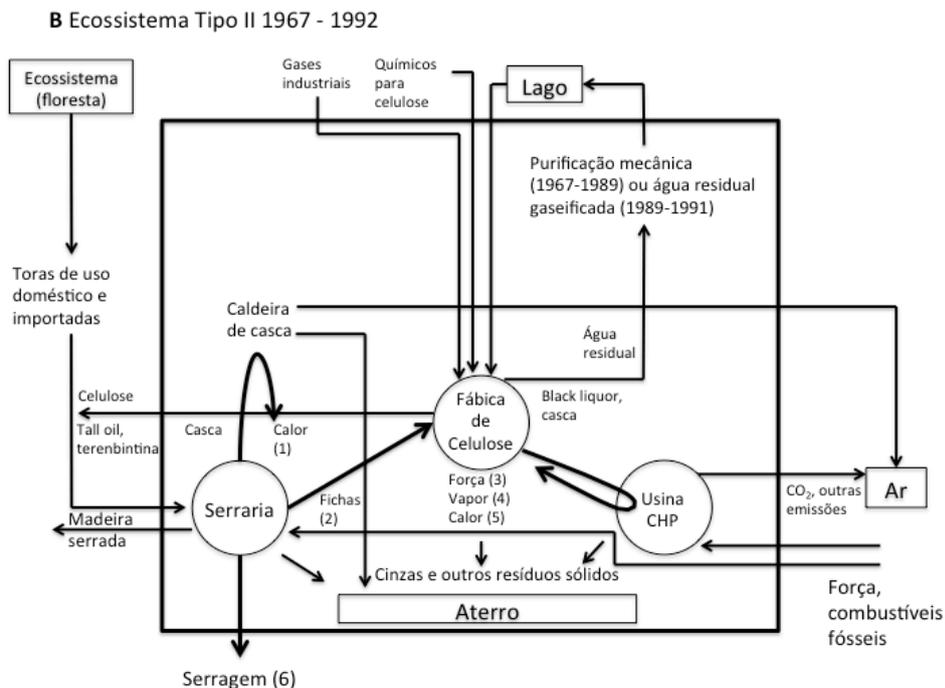


Figura 1. 3: Evolução de um parque industrial: do tipo I ao tipo III – Uimaharju Industrial Park, Finland (Tipo II)
 Fonte: Korhonen (2005). Tradução do autor.

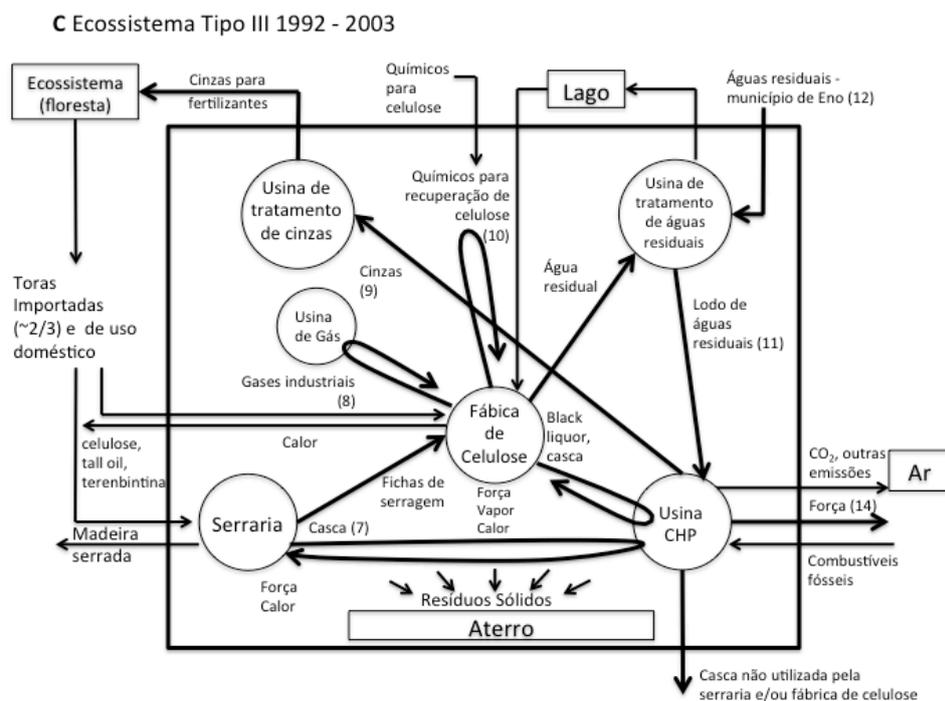


Figura 1. 4: Evolução de um parque industrial: do tipo I ao tipo III – Uimaharju Industrial Park, Finland (Tipo III)
 Fonte: Korhonen (2005). Tradução do autor.

O termo simbiose industrial (Industrial Symbiosis – IS) é normalmente aplicado a uma rede de empresas independentes que trocam subprodutos e, possivelmente, partes de outros

recursos comuns e pressupõe vantagens no aproveitamento de subprodutos, enquanto redução de produtos residuais ou tratá-los de forma eficaz (LOWE; WARREN; MORAN, 1997). O principal exemplo de simbiose industrial é o de Kalundborg, Dinamarca (COSTA, 2002, NASCIMENTO, 2009; KORHONEN, 2005; LOWE; EVANS, 1995; LOWE, 2001; ZHU et al, 2007; BOONS; BAAS, 1997).

Dentre os demais exemplos de simbiose industrial, pode-se citar o caso do Guitang Group – GG, uma companhia de açúcar localizada na cidade de mesmo nome, região sudoeste da China, que opera uma das maiores refinarias contidas no país em questão. Desde os anos 1960, o GG desenvolveu um sistema que pode ser caracterizado por simbiose interna e externa (ZHU et al, 2007).

No que concerne a simbiose interna (figura 1.5), a cana de açúcar que vai para a usina é processada tanto para a produção de açúcar quanto para a de papel. Assim, o processo produtivo de açúcar beneficia a fabricação de álcool, cimento e fertilizantes, enquanto que o bagaço da cana de açúcar é utilizado como insumo para a indústria de papel e celulose. Quanto a simbiose externa, o GG, devido a sua relevância econômica para a cidade de Guitang, elaborou uma sólida rede de relações externas, incluindo o governo, clientes, fornecedores e empresas concorrentes, o que caracteriza um relacionamento dinâmico entre esses agentes (ZHU et al, 2007). Dessa forma, na medida em que quantidade de firmas aumenta, conseqüentemente as relações simbióticas entre os fluxos de matéria e de energia se intensificam e se tornam mais complexos (KORHONEN, 2005).

A complexidade refletida pela simbiose industrial, por sua vez, necessita de um estudo sistemático no âmbito da IE, dada a necessidade de compreensão das relações existentes entre as atividades produtivas e o meio ambiente. Nesse sentido, as técnicas disponibilizadas pela ecologia industrial, como também suas classificações e aspectos evolutivos, ressaltam a busca por melhorias de projetos e produtos, de forma com que estes proporcionem menor nível de degradação ao meio ambiente por meio de processos produtivos que aproveitem de forma otimizada os insumos oriundos dos recursos naturais e minimizem os desperdícios (AYRES; SIMONIS, 1994), ou seja, se tornando mais ecoeficientes (DESIMONE; POPOFF, 1997).

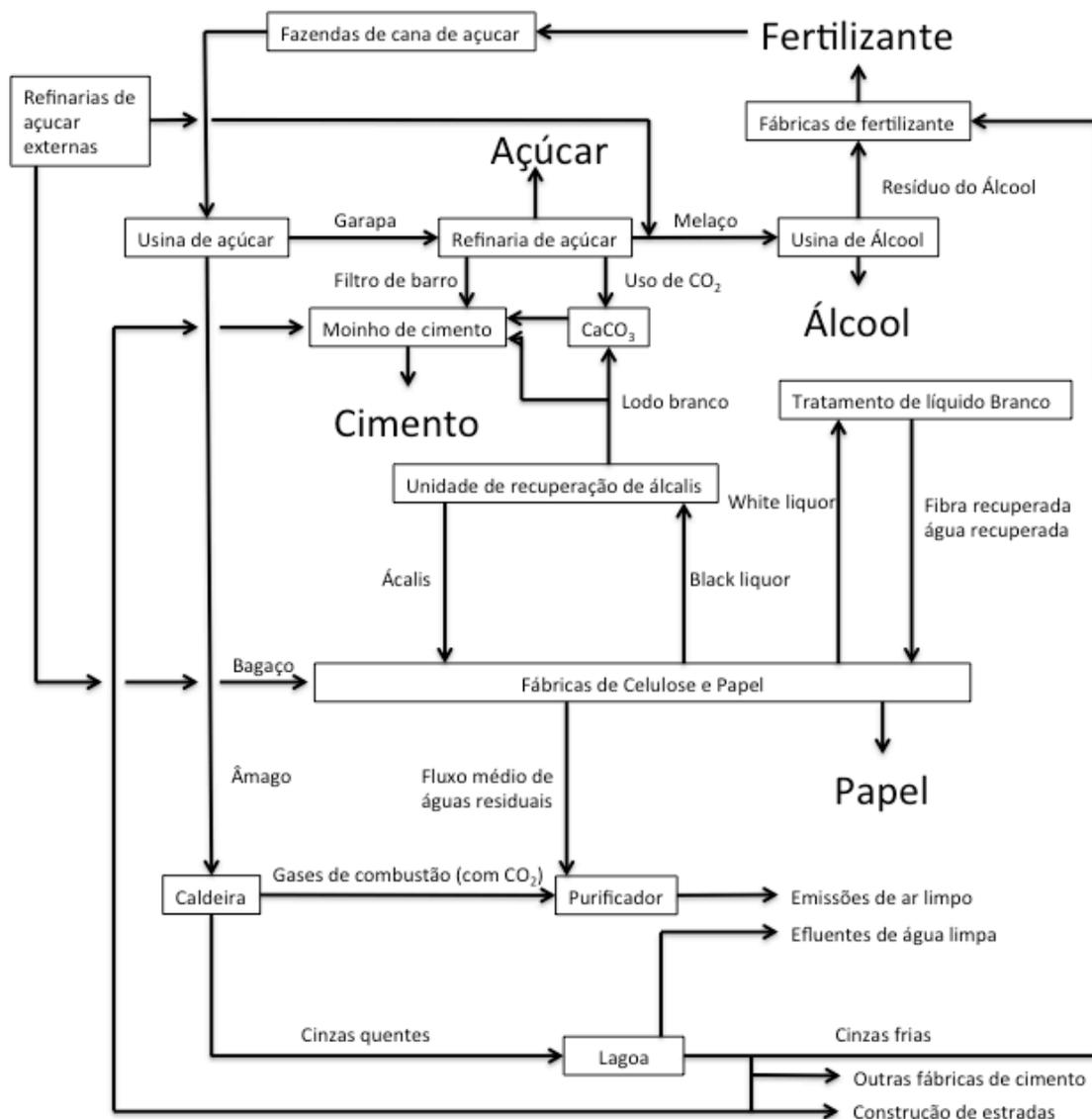


Figura 1. 5: Simbiose industrial no Guitang Group
 Fonte: Zhu et al (2007). Tradução do autor.

Assim, pode-se entender ecoeficiência⁵ como um processo que busca satisfazer as necessidades humanas e trazer melhoria na qualidade de vida e agregação de valor por meio da competitividade de bens e serviços em termos de preços e qualidade, enquanto, progressivamente, reduzem-se os impactos ambientais e aumentam-se as pesquisas em torno do ciclo de vida dos produtos (DESIMONE; POPOFF, 1997, KEFFER; SHIMP, LEHNI, 1999). Este conceito tem cinco temas-chave:

- A ênfase nos serviços;

⁵O conceito de ecoeficiência, assim como as ações para a sua viabilização, foi criado em 1993 pela WBCSD – *World Business Council for Sustainable Development* (KEFFER; SHIMP, LEHNI, 1999).

- O foco nas necessidades e na qualidade de vida;
- Consideração pelo ciclo de vida total do produto;
- O reconhecimento dos limites para a eco-capacidade; e
- Uma visão dos processos

A necessidade de redução do uso dos recursos naturais e, conseqüentemente, dos impactos ambientais é um dos maiores desafios para a viabilização do desenvolvimento sustentável. Logo, países em desenvolvimento e formuladores de políticas econômicas podem ter na ecoeficiência um vetor para conciliar o crescimento econômico com a preservação dos recursos naturais por meio da (DESIMONE; POPOFF, 1997):

- Redução da intensidade de utilização dos materiais na elaboração de bens e serviços;
- Redução da intensidade energética dos bens e serviços;
- Redução da dispersão tóxica;
- Melhorar a reciclabilidade dos materiais;
- Maximizar o uso sustentável dos recursos renováveis;
- Estender a durabilidade dos produtos; e
- Ampliar a intensidade dos serviços dos produtos.

Isto posto, o termo “ecologia industrial” tem sido cada vez mais utilizados por esses agentes, no intuito de se aplicar tais princípios, o que é um desafio não somente para as empresas em si, mas também para o processo de desenvolvimento sustentável. Logo, as análises em torno das diversas cadeias produtivas de bens e serviços têm sido cada vez mais frequentes, por meio de técnicas com alto nível de detalhamento, onde pode-se citar como exemplo a análise do ciclo de vida, utilizada em âmbito mais micro (do ponto de vista da empresa individual) e a análise de fluxos de materiais, em âmbito mais macro (para casos setoriais).

Posto que os fluxos de materiais e de energia estudados no âmbito da ecoeficiência são caracterizados, em sua composição, pela utilização de insumos, é cada vez mais frequente nos países industrializados as permissões ambientais conterem pré-requisitos baseados em questões tecnológicas, o que pode ser observado a partir dos anos 1980 (NICHOLAS et al, 2000; DIJKMANS, 1999). Nesse sentido, as diretrizes do IPPC (*Integrated Pollution*

Prevention and Control)⁶ tem impacto significativo no tocante a permissão de várias instalações industriais (GELDERMANN et al, 2003), requerendo a utilização das melhores tecnologias disponíveis (na literatura inglesa *Best Available Technique* – BAT) onde, conforme Dijkmans (1999):

- “Melhores” quer dizer o mais efetivo em conseguir um alto nível de proteção do meio ambiente como um todo;
- “Tecnologias” se refere tanto as tecnologias que são aplicadas nos processos produtivos quanto a forma que a mesma é elaborada, construída, cuidada, operada e descartada;
- “Disponíveis” implica que as técnicas são desenvolvidas em uma escala na qual permite sua implementação em escala relevante para o setor industrial, tanto do ponto de vista do tecnicamente quanto do economicamente viável, contabilizando custos e vantagens que são atrativas para o produtor.

Um ponto crucial que deve ser considerado na conceituação das BATs é que, posto que se deve haver uma conciliação entre o economicamente e o tecnicamente viável (BUARQUE, 1984; DIJKMANS, 1999) agregados a preservação ambiental, torna-se necessária a busca por uma situação de equilíbrio, isto é, entre os custos e benefícios marginais decorrentes da aplicação destas tecnologias (MAVROTAS et al, 2007).

1.1.1 Da quantidade para a qualidade: a Análise de Fluxo de Materiais

Considerando-se o princípio do balanço de materiais aquele que estuda como os fluxos de materiais e de energia se comportam nas relações entre a economia e o meio ambiente, tanto nos países quanto entre eles, a análise de fluxo de materiais consiste em um conjunto de ferramentas cujo objetivo é o de realizar aproximações analíticas e de mensuração em diferentes níveis de detalhes e competências (OECD, 2008). Esta técnica toma como ponto de partida a primeira lei da termodinâmica, que se refere à lei da conservação da matéria⁷.

Dado as suas características, pode-se verificar que a análise de fluxo de materiais tem em seu bojo o princípio de entradas e saídas (*inputs-outputs*) que, por sua vez, torna-se foco

⁶ IPPC – Directive 96/61/EG, Artigo 2, parágrafo 11.

⁷ A matéria não é criada nem destruída em qualquer processo físico (OECD, 2008; ODUM, 2008)

de discussões acadêmicas na segunda metade da década de 60, com o trabalho de Wassily Leontief intitulado *Input-Output Economics* (1966), cuja contribuição para a ciência econômica lhe rendeu o prêmio Nobel desta área do conhecimento em 1973. Por sua vez, a obra de Leontief proporcionou vários desdobramentos para as demais áreas do conhecimento, sobretudo a ambiental, com destaque para os artigos de Robert Ayres e Allen Kneese, intitulado *Production, consumption and externalities*, de 1969 e o outro do próprio Leontief, de 1970, *Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach*. (FISCHER-KOWASLKI, 2002; BOUMAN et al, 2000)

O artigo de Robert Ayres, físico, em conjunto com Allen Kneese, economista, foi derivado de um estudo feito a pedido do congresso americano e publicado em um dos volumes de programas federais em 1968 (FISCHER-KOWASLKI, 2002). Nesta pesquisa, o principal argumento dos autores é o de que a maioria dos erros praticados pelos economistas na análise do sistema econômico pode ser devido a uma observação enviesada da lei da conservação da matéria, o que por sua vez pode ocorrer devido ao falso entendimento que recursos naturais como água e ar podem ser encarados como bens livres. Nesse sentido, os recursos naturais são propriedades naturais de grande e crescente valor (AYRES; KNEESE 1969). Além disso, tecnologias de processo e/ou purificação não destroem os resíduos, mas apenas alteram a sua forma (logo, a lei da conservação da matéria).

Em virtude de tais fatos, os autores propõem ver a poluição ambiental e seu controle como um problema de balanço (fluxo) de materiais para a economia como um todo (AYRES; KNEESE 1969). Observa-se que, nessa proposição, ficam explícitos praticamente todos os principais pontos em torno da contabilização dos fluxos mássicos e de energia e seus respectivos impactos (FISCHER-KOWASLKI, 2002).

Para demonstrar os efeitos das externalidades nos modelos econômicos convencionais de entradas e saídas, ou seja, insumo-produto, Leontief parte dos instrumentos que o mesmo demonstrou na sua obra de 1966⁸ (LEONTIEF, 1970). Nesse sentido, o autor, considerando uma economia fechada e sem governo, ou seja, apenas famílias e empresas com dois setores, Agricultura e Indústria (*Manufacture*). A partir das relações intra e intersetoriais, o autor ressalta as implicações sobre os recursos naturais decorrente da entrada de insumos nos processos produtivos por meio de sistemas de equações e análise matricial. Com tais

⁸ LEONTIEF. Wassily. **Input-output economics**. Oxford University Press, N.Y, 1966. Ver capítulo 7

ferramentas, poder-se-ia então verificar os impactos da geração/ eliminação de vários tipos de poluentes nos processos econômicos, assim tornando mais complexas as análises regionais, projeções multi-setoriais, o crescimento econômico e previsão de mudanças tecnológicas (LEONTIEF, 1970)

Posteriormente, as modelagens em torno da análise de fluxo de materiais/ análise de fluxo de substância são descritos por Ayres (1989) no conceito de metabolismo industrial, (BOUMAN et al, 2000), o que, por sua vez, proporciona vários estudos em torno deste objeto (FISCHER-KOWASLKI, 2002). A partir dos anos 1990, é digno de nota as contribuições de Adriaanse et al (1997), Bringezu, Behrensmeier e Schütz (1998), Machado e Fenzl (2000), Matthews et al (2000) e Tanimoto (2010).

Adriaanse et al (1997) contabilizou os fluxos de materiais para a Alemanha, Japão, Holanda e Estados Unidos em uma publicação do *World Resources Institute*, de Washington D.C. em conjunto com Instituto Wuppertal (Alemanha), Ministério de planejamento espacial e meio ambiente da Holanda – *Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment* e o Instituto Nacional de Estudos Ambientais (Tsukuba, Japão) – *National Institute for Environmental Studies*. Tal pesquisa foi intitulada de *Resource Flows: The Basis of Industrial Economies* e foi feita em conjunto com alguns dos principais pesquisadores no que tange a elaboração de metodologias de contabilização de fluxos de materiais, como Stefan Bringezu e Yuichi Moriguchi.

A pesquisa do Instituto Wuppertal *Material Flow Accounts* trabalhou com a contabilização dos fluxos de materiais e foi organizada por Bringezu, Behrensmeier e Schütz (1998) sob a encomenda do EUROSTAT, como relatório final da pesquisa *Material Flow Accounts of Selected Products and Substances Harmful to the Environment*. Foi organizada em dois volumes, onde o primeiro trata dos fluxos gerais com especial atenção para o alumínio, enquanto que o segundo versa acerca dos fluxos de materiais de construção, embalagens e demais indicadores. No que concerne aos procedimentos metodológicos, a contabilização dos fluxos mássicos foi feita em conjunto com as tabelas de entradas e saídas (insumo-produto), no intuito de se verificar as relações inter e intra-setoriais entre os fluxos.

O interesse da União Europeia acerca da contabilização dos fluxos mássicos nas economias em decorrência do projeto do EUROSTAT resultou, em conjunto com o Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará – NAEA/UFPA, o projeto

intitulado Amazônia 21, que por sua vez deu origem ao artigo *The sustainability of development and the material flows of economy: a comparative study of Brazil and industrialized countries*, de Machado e Fenzl (2000) que consistia em examinar tal metodologia e testar as suas possibilidades de aplicação e determinação do metabolismo econômico-ambiental brasileiro e compará-lo com o sistema econômico dos Estados Unidos, Japão, Alemanha e Holanda, o que pode auxiliar como base para a elaboração de políticas públicas com preservação ambiental agregada de desenvolvimento econômico.

Em 2000, a pesquisa do World Resources Institute *The Weight of Nations: Material Outflows From Industrial Economies*, coordenada por Emily Matthews com o auxílio de Stefan Brinzeu e Yuichi Moriguchi, dentre outros (MATTHEWS et al, 2000), tornou-se uma das principais referências no que tange às metodologias para a Análise de Fluxo de Materiais (TANIMOTO, 2010). Tal pesquisa analisou o ciclo de materiais e indicadores relacionados para Áustria, Alemanha, Japão, Estados Unidos e Holanda, explicitando as referências utilizadas e indicadores usados para o cálculo dos fluxos ocultos.

Ainda quanto a evidências empíricas no Brasil, pode-se citar a pesquisa de Armando Tanimoto intitulada *A economia medida pela análise de fluxo de massa (AFM): A desmaterialização da economia nos países desenvolvidos, sustentada pelos recursos naturais dos países emergentes a exemplo do Brasil*, tese de doutorado do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília – CDS/UnB. Nesta pesquisa, o autor procura “avaliar se o processo de desmaterialização da economia nos países desenvolvidos acontece com a transferência de impactos ambientais aos países emergentes, principalmente os exportadores de bens primários como o Brasil” (TANIMOTO, 2010, p. 6). Para tal, o autor procedeu da Análise de Fluxo de Massa (*Economy-wide MFA*) para os anos de 1997, 2001 e 2005. Em termos de resultados, foi verificado que o Brasil ainda necessita de mais quilos de material bruto para transformar em um US\$ de PIB do que os países desenvolvidos, o que pode ser consequência da alta transferência dos impactos ambientais dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento.

Em termos metodológicos, de acordo com Brinzeu et al (2002), esta ferramenta tem dois tipos básicos de problemas:

1. Problemas ambientais específicos relacionados com certos impactos por unidade de:

- a. Substancias: Cd, Cl, Pb, Zn, Hg, N, P, C, CO₂, CFC,
 - b. Materiais: produtos de madeira, transportadores de energia, escavações, biomassa, plásticos.
 - c. Produtos: fraldas, baterias, carros
2. Problemas de interesse ambiental relacionados com as transferências de:
- a. Firmas: micro e pequenas, médias e grandes companhias
 - b. Setores: setores produtivos, indústria química, construção civil
 - c. Regiões: total de transferências, balanço de fluxo de massa, demanda total por materiais.

Isto posto, a MFA é dividida em dois tipos principais: análise de fluxo de materiais (utilizada para analisar os tipos 2a., 1.b., 2.b. e 2.c.) e análise de fluxo de substância (utilizada para atingir os objetivos 1.a.). Quanto aos problemas do tipo 1.c., costuma-se utilizar a Avaliação de Ciclo de Vida – ACV (*Life Cycle Analysis – LCA*). Tal configuração pode ser melhor observada no quadro 1.1.

Motivo de preocupação	Preocupações específicas relacionadas ao meio ambiente impactos, garantia de fornecimento, desenvolvimento de tecnologia			Preocupações ambientais e económicas gerais relacionados com a transferência		
	Dentro de certos negócios, atividades econômicas, países, regiões			De substâncias, materiais, bens manufaturados		
	<i>Associados com</i>			<i>Em nível de</i>		
Objeto de interesse	Substâncias (elementos químicos ou compostos)	Materiais (matéria-prima, bens semi-acabados)	Produtos (bens manufaturados) Baterias, carros, computadores, têxteis	Negócios (estabelecimentos, empresas)	Atividades económicas (mineração, construção, indústria química, indústria siderúrgica)	Países, regiões (materiais totais, grupos de materiais, materiais particulares)
Tipo de Análise	Análise de Fluxo de Substância (Substance Flow Analysis)	Análise de Sistema de Materiais (Material System Analysis)	Análise de Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment)	AFM em nível de negócios	Análise de Entradas e Saídas (Input-Output Analysis)	Economy-wide MF Analysis
Tipo de ferramenta de mensuração	Contas de Fluxo de Substância (Substance Flow Accounts)	Contas de Fluxo de Materiais Individuais (Individual Material Flow Accounts)	Inventários de Ciclo de Vida (Life Cycle Inventories)	Contas de Fluxo de Materiais nos Negócios (Business Material Flow Accounts)	Physical Input-Output Tables, NAMEA-type approaches	Economy-wide Material Flow Accounts

Quadro 1. 1: Tipos de Análises de Fluxo de Materiais e questões associadas de preocupação.
Fonte: OECD (2008). Tradução do autor.

A MFA pode ser aplicada tanto em análises econômicas quanto administrativas e naturais, estudando os fluxos de materiais nos seguintes níveis (OECD, 2008):

- Nível macro: fornecer instrumentos para formulação de iniciativas/ decisões em políticas de integração econômica, política e comercial, assim como também estratégias de desenvolvimento sustentável e planos de ação. Nesse caso, o instrumento de mensuração mais utilizado é a *Economy Wide Material Flow Account* (EW-MFAcc).
- Nível meso: tem maior nível de detalhamento, distinguindo não apenas categorias de materiais, mas também de indústrias e/ou ramos da produção. Em nível industrial, a principal técnica de mensuração de fluxos são as Tabelas de Entradas e Saídas Físicas – TESH (do inglês *Physical Input-Output Table – PIOT*) e as tabelas NAMEA (*NAMEA-type tables*⁹)
- Em nível micro: providencia informações detalhadas para decisões específicas, como, por exemplo, nos negócios (companhias, firmas, etc.) ou em nível local (cidades, municípios, ecossistemas, habitats, bacias, etc.) ou relativas a substâncias específicas ou produtos individuais. Nesse nível, as técnicas mais utilizadas são a Análise de Fluxo de Substância (SFA) e o Inventário de Ciclo de Vida – LCI, que é um dos passos para a elaboração da Análise do Ciclo de Vida – ACV.

1.2 Polos industriais, gestão de resíduos industriais e os ecoparques industriais: a busca por uma relação sistêmica entre a organização industrial e o meio ambiente

Do ponto de vista da organização industrial, na medida em que os agentes produtivos vão obtendo resultados positivos em termos de produtividade e lucratividade, ocorre uma forte tendência à aglomeração, dada a configuração espacial das mesmas, assim gerando distritos ou polos industriais. Um distrito industrial pode ser entendido como um modelo de organização socioeconômica, caracterizados pelas interações entre uma comunidade de pessoas e uma população de empresas em uma região demarcada natural e historicamente (IGLIORI, 2001).

⁹National Accounting Matrices including Environmental Accounts – NAMEA

De acordo com o mesmo autor, um dos principais exemplos é o caso dos distritos industriais italianos, verificados sobretudo ao longo das décadas de 60 e 70. Para Trigilia apud Iglioni (2001), no caso dos distritos industriais italianos, algumas características são fundamentais para dar suporte ao crescimento:

- Uma rede de pequenos ou médios centros urbanos com fortes tradições comerciais;
- Uma diversidade de empreendimentos de agricultura familiar, ajudando a criar uma oferta flexível e original de uma força de trabalho cujas habilidades e motivações tenham sido bem capacitadas para o desenvolvimento de pequenos negócios;
- A presença de tradições políticas e instituições ligadas à igreja católica e um movimento comunista/socialista.

Observa-se que algumas dessas características podem ser aplicadas nos casos dos distritos contemporâneos, principalmente as que dizem respeito à necessidade de redes e à diversidade de empreendimentos, fatores estes demandados para incrementos de competitividade neste tipo de estrutura.

Nota-se que, na definição dos distritos industriais, é ressaltada a importância espacial para o surgimento dos mesmos. Nesse sentido, as escolhas econômicas de uma firma também estão relacionadas à localização a partir da qual a mesma conduzirá suas operações (KON, 1999). Logo, a localização industrial é um importante vetor não apenas para a criação de distritos, mas também de polos industriais.

A definição da localização industrial, na visão de Kon (1999), passa por duas etapas: a macrolocalização, onde é definida a área de operação, que por sua vez deve atender os seguintes fatores econômicos, técnicos e motivações:

- Custos e eficiência dos transportes;
- Áreas de mercado;
- Disponibilidades e custos de mão de obra;
- Custo da terra;
- Disponibilidade de energia;
- Suprimento de matérias-primas;
- Disponibilidade de água;

- Eliminação de resíduos;
- Dispositivos fiscais e financeiros;
- Economias de aglomeração – vantagens proporcionadas pela existência no local de uma infraestrutura de serviços públicos e privados em forma de transportes, comunicações, suprimentos de energia etc.;
- Elementos intangíveis – Tradições familiares etc.

A outra etapa, a microlocalização, é entendida como as definições físicas do terreno, ou seja, a escolha do terreno após a macrolocalização. É baseada nos seguintes elementos:

- Condições do relevo;
- Qualidade do solo;
- Vias de acesso e comunicação;
- Serviços públicos;
- Capacidade de infraestrutura;
- Situação legal da propriedade;
- Outros dispositivos legais; e
- Existência de instalações – fundações, edificações etc.

A melhor localização será determinada a partir da melhor combinação entre a macro e a microlocalização. A partir desta localidade, a organização industrial poderá acarretar efeitos distintos dada a localidade: uma das principais teorias nesse aspecto é a teoria dos Polos de crescimento de François Perroux. Em seu artigo *Note sur La Notion de Pôle de Croissance*, publicado em 1955 na *Economie Appliquée*, o autor ressalta que a polarização industrial poderá proporcionar efeitos para trás (*backward effects*) e para a frente (*forward effects*). Um efeito para trás pode ser entendido pelo processo onde, dadas as relações entre uma indústria motriz e as demais, esta estimule a criação e maior produção de firmas responsáveis pela fabricação de insumos (matéria-prima), enquanto que os efeitos para frente podem ser entendidos pela criação de indústrias de distribuição e de reparação do produto acabado (KON, 1999).

Partindo do pressuposto que a existência de um distrito industrial deva ser acompanhada de iniciativas que promovam a redução e eliminação de resíduos, torna-se cada vez mais frequente a criação de normas de padronização na gestão dos resíduos industriais, a exemplo das ISO 14.000, que contém normas desde o sistema de gestão ambiental da empresa

até normas relativas às mudanças climáticas¹⁰. Isso porque, ao longo da última década do século XX, o interesse nos resíduos industriais como uma importante fonte de energia e de materiais tem crescido. Muitas indústrias em caráter global já se encontram inseridas em programas de gerenciamento de resíduos industriais, por meio dos certificados ISO¹¹ 14.000 e da EMAS¹², onde a ISO 14.001 se preocupa com o ambiente organizacional em nível mundial e a EMAS visa mais um sistema de auditorias ambientais para a união europeia (HOGLAND; STENIS, 2000)

Por sua própria natureza, as empresas tendem a poluir. Em paralelo, estas também possuem a capacidade crescente de proporcionar medidas mitigadoras e/ou compensatórias para o meio ambiente (MBULIGWE; KASEV, 2006). A preocupação se estende na medida em que os resíduos podem implicar não apenas degradação ambiental como também possibilidade de risco ao próprio bem estar, o que pode ser exemplificado pelos resíduos industriais infecciosos como os gerados por hospitais, enfermarias, laboratórios, unidades biotecnológicas, etc. (HUANG; LIN, 2008).

A educação e informação ambiental têm um papel importante neste processo, pois eleva o nível global de conscientização ao passo em que mobiliza tanto a opinião pública quando a comunidade local que se deparam com empresas poluidoras: Às vezes, a melhor forma da comunidade se lidar com este tipo de firma, quando há falhas governamentais, é por meio de uma campanha agressiva envolvendo todos os membros desta (EL-FADEL et al, 2001). Todavia, em alguns casos, podem ser observados casos de uma gestão de resíduos flexível agregada de uma forte influência econômica em nível nacional, o que penaliza

¹⁰Em 1993 foi criado o Comitê Técnico TC 207, com o objetivo de desenvolver normas relacionadas ao meio ambiente. Este comitê foi dividido em vários subcomitês:

- Subcomitê 1: Desenvolveu uma norma relativa aos sistemas de gestão ambiental.
- Subcomitê 2: Desenvolveu normas relativas às auditorias na área de meio ambiente.
- Subcomitê 3: Desenvolveu normas relativas à rotulagem ambiental.
- Subcomitê 4: Desenvolveu normas relativas a avaliação do desempenho (performance) ambiental.
- Subcomitê 5: Desenvolveu normas relativas à análise durante a existência (análise de ciclo de vida – ISO 14040).
- Subcomitê 6: Desenvolveu normas relativas a definições e conceitos.
- Subcomitê 7: Desenvolveu normas relativas à integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produtos.
- Subcomitê 8: Desenvolveu normas relativas à comunicação ambiental.
- Subcomitê 9: Desenvolveu normas relativas às mudanças climáticas.

¹¹ International Organization for Standardization

¹² Eco-Management Audit Scheme

menores hierarquias de gestão de resíduos e incentiva uma gestão mais intensiva (COSTA, AGARWAL, 2010)

Nesse sentido, as firmas, individualmente, desenvolvem e implementam programas de minimização de resíduos industriais. Quanto aos resíduos que não podem ser economicamente gerenciados, procura-se por, com a ajuda do Estado, potenciais de reuso, reciclagem, recuperação ou tratamento para eliminação (BOYLE; BAETZ, 1998). Logo, para que se possa gerenciar e controlar os resíduos oriundos das indústrias é de suma importância conhecer as especificidades dos processos produtivos e as características dos resíduos (YANG, 1996). Para tal, é necessário e importante, no sentido de não apenas da gestão de resíduos industriais como também do desenvolvimento ecoindustrial, fazer os seguintes questionamentos (STERR, OTT, 2004):

- As companhias de reciclagem devem ser os principais vetores de ecoeficiência?
- O estabelecimento de atores industriais complementares pode ser um caminho para o fechamento do ciclo (da simbiose industrial)?
- Design baseado em zero-emissões é uma saída?
- O desenvolvimento Eco-Industrial pode ser visto como um futuro padrão?
- Conexões mais rigorosas são necessárias para uma maior estabilidade no sistema?
- A indústria deve ser vista como um ecossistema industrial?

Tais perguntas ilustram questões importantes a serem consideradas no momento em que se reflete sobre os impactos que os resíduos podem proporcionar tanto em termos de benefícios quanto de malefícios. Por conta disso, iniciativas que apontem uma solução para o gerenciamento das perdas que ocorrem ao longo dos processos produtivos são incentivadas, dada a possibilidade de ganhos econômicos e ambientais. No âmbito da ecologia industrial, o estabelecimento de ecoparques industriais surge como uma alternativa para se conseguir obter um melhor aproveitamento dos materiais utilizados na elaboração de mercadorias aliado a uma menor utilização de suas matérias primas e, conseqüentemente, dos recursos naturais.

1.2.1 Ecoparques Industriais

Melhorias em termos de ecoeficiência implicam não apenas em melhorias das tecnologias disponíveis como também uma organização industrial que atenda os seus pré-requisitos. Os parques industriais tradicionais, tradicionalmente localizados longe de áreas residenciais no intuito de evitar problemas relacionados à poluição atmosférica e sonora, por exemplo, tornam-se cada vez mais próximos dessas áreas devido ao crescimento das cidades e da população, podendo tornar-se uma situação insustentável com o passar dos anos (CARR, 1998).

Isto posto, no âmbito da ecologia industrial, o conceito de ecoparques industriais (na literatura inglesa Eco-Industrial Park – EIP), entendido como uma ação público/privada que, considerando o metabolismo industrial, procura uma aproximação ecológica com o *design* e processos dos parques industriais (CARR, 1998; COTÉ; HALL, 1995).

Dessa forma, esta aproximação acarreta na existência de um novo modelo de parque industrial com vantagens competitivas envolvendo trocas simbióticas de materiais, energia, água e produtos com redução dos impactos ambientais (LOWE, 1997; SHI; CHERTOW; SONG, 2009; VEIGA; MAGRINI, 2009), torna-se cada vez mais difundido e estudado nas pesquisas que envolvam alguma interação entre o desenvolvimento industrial e o sustentável.

Assim, como uma forma prática de se aplicar a simbiose industrial, um Ecoparque Industrial (Eco-Industrial Park – EIP) é uma comunidade de empresas fornecedoras de bens e serviços em uma determinada propriedade (DOYLE, 1996; LOWE, 1998; LOWE 2001), tendo por objetivo melhorar o desempenho econômico das empresas participantes enquanto minimiza os impactos ambientais e colabora para uma melhor gestão ambiental e de recursos, o que por sua vez implica em princípios de produção limpa, prevenção da poluição e eficiência energética

A fim de que possa cumprir os seus objetivos, um EIP deve ter como suporte uma série de tecnologias, que vão desde as da informação até questões de logística, além das relacionadas à gestão ambiental, conforme pode ser observado na figura 1.6. Tais tecnologias devem conter um nível significativo de inter e intra relações, o que é uma característica própria da complexidade que envolve o conceito em questão.

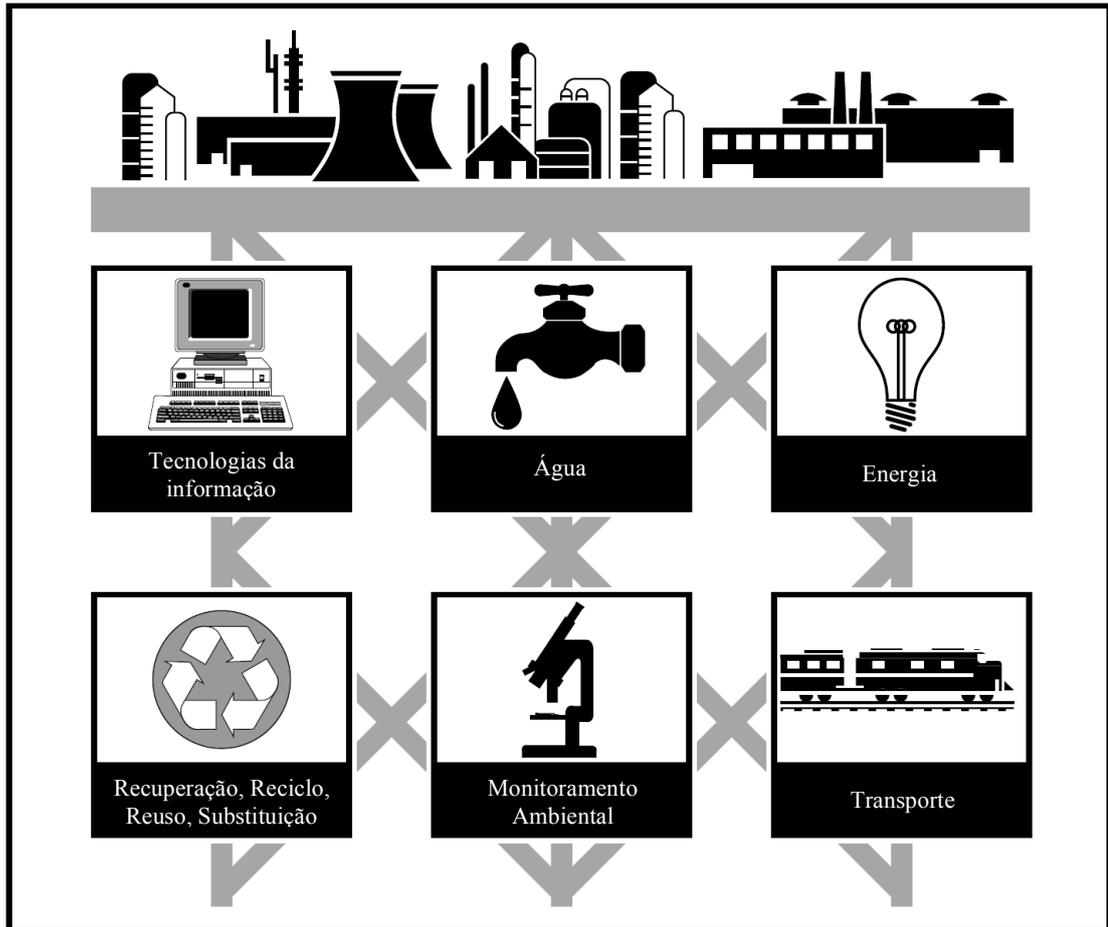


Figura 1. 6: Tecnologias que suportam o EIP
 Fonte: Doyle (1996). Tradução do autor.

Algumas empresas costumam utilizar o termo EIP por questões de moda. A evolução e desenvolvimento de um Ecoparque Industrial requerem maior precisão e amplitude para legitimar o seu significado, posto que plantar árvores ou adotar o reuso da água em prédios não é suficiente para caracterizar um ecoparque e/ou proporcionar vantagens competitivas, apesar de ser um bom começo para tal (LOWE, 2001; PECK, 2002). Para ser um verdadeiro EIP deve-se ter mais do que (DOYLE, 1996; COTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998; LOWE, 2001):

- Redes de trocas entre insumos;
- Um cluster de reciclagem;
- Companhias de tecnologia ambiental;
- Fabricação de produtos “verdes”
- Design temático (ex.: um EIP baseado em energia solar);
- Infraestrutura ambiental adequada;

- Variabilidade no uso (comercial, residencial, industrial).

Para Doyle (1996), um EIP pode conter qualquer uma dessas características. Todavia, o elemento que o define como Ecoparque Industrial é a interação entre os agentes relacionados ao ambiente de negócios e o meio ambiente.

A implantação de um EIP oferece benefícios não apenas para as indústrias, por meio da redução de custos, eficiência energética, reuso de materiais e produtos mais competitivos; mas também para o meio ambiente e sociedade via redução da poluição, desperdício, demanda por recursos naturais e geração de emprego e renda, além de novos clientes e serviços.

Entretanto, o sucesso da implantação de um EIP depende não apenas das empresas em si, mas principalmente da cooperação entre as agências de governo, profissionais, projetistas e companhias localizadas no parque industrial. Dado os seus custos de implementação, projetos de EIP podem necessitar de financiamentos de longo prazo, dependendo do foco e das escolhas a serem feitas pela parte gestora, e o governo, dada as suas características e atribuições econômicas, pode estar mais preparado para arcar com estes custos do que o setor privado, pois alguns parques industriais são compostos, em sua maioria, por empresas de pequeno porte. Para elas, gastos em performance ambiental tendem a ser relativamente caros, o que implica na necessidade de mecanismos de financiamento (LOWE, 2001).

A criação de um EIP envolve diversas ameaças. Dentre elas, uma que pode ser uma limitação em potencial é o uso/reaproveitamento compartilhado dos insumos, considerada uma de suas principais características. Na medida em que ocorre o reaproveitamento de insumos entre as empresas, é instituído um adensamento da cadeia produtiva, que pode ser comprometido na medida em que ocorrem a entrada e saída de empresas da indústria, pois tal fato pode dificultar a substituição de insumos e por sua vez a produção de bens finais. Outra ameaça significativa é a incompatibilidade de regulamentação entre as agências reguladoras, que podem não permitir possíveis inovações no tocante a implementação e gestão do EIP. Além disso, algumas empresas não trabalham “em comunidade”. Isso é muito comum quando o EIP contém empresas de vários países.

Considerando que o desenvolvimento de um EIP deve seguir as particularidades do local onde ele é instituído, diversos autores tem dado contribuições no tocante as suas estratégias de criação e experiências (LOWE, 2001; COTÉ; HALL, 1995; DOYLE, 1996;

HEERES; VERMEULEN; DE WALLE, 2004; KORHONEN, 2004; KORHONEN, SNÄKIN, 2005). Dentre estas, merecem destaque as abaixo:

- Integração com os recursos naturais: Redução dos impactos ambientais integrando o EIP com os aspectos hidrológicos, geológicos e ecossistêmicos;
- Sistemas energéticos: Maximizar a eficiência energética por meio de *design* adequado das fábricas e utilização de fontes de energia renováveis;
- Fluxo de materiais e gestão de desperdício: Ênfase na produção limpa e na prevenção da poluição; reuso máximo e reciclagem de materiais;
- Recursos hídricos: Design de fluxos para conservar recursos e reduzir a poluição;
- Gestão efetiva do EIP: Manter a rede de cooperação entre as empresas; estímulo a performance ambiental; Sistemas de informação e feedback;
- Construção/ Reabilitação: seguir as melhores tecnologias ambientais de seleção e construção. Ex: Reciclo, Reuso, ACV;
- Integração com a comunidade: Buscar benefícios econômicos e sociais via investimento em capital humano e planejamento urbano.

Dadas as estratégias, torna-se importante definir o alcance das experiências em ecologia industrial posto que, como foi dito anteriormente, troca de insumos, design temático ou clusters de reciclagem são insuficientes para caracterizar um Ecoparque Industrial. Logo, as experiências de elaboração de projetos ecoindustriais são classificadas em três categorias básicas (LOWE, 2001).

- Ecoparque industrial (*Eco-industrial Park or estate*) – EIP: Um Parque Industrial desenvolvido e gerenciado como uma empresa de desenvolvimento imobiliário, buscando benefícios econômicos, sociais e ambientais aliados a excelência empresarial;
- By-product Exchange – BPX: Conjunto de companhias que utilizam seus subprodutos (energia, água e demais materiais) ao invés de eliminá-los como perdas (resíduos). Também conhecido por *industrial ecosystem, by-product synergy, industrial symbiosis, industrial recycling network, green twinning, and zero emissions network*;
- Redes ecoindustriais (*Eco-industrial network*) – EIN: Conjunto de companhias colaborando para melhorar seu desempenho econômico, social e ambiental em

uma determinada região. Uma EIN pode conter EIPs e/ou uma rede de empresas isoladas que pode colaborar entre si para criar redes de trocas de insumos e incubação de novas empresas.

Tanto um EIP quanto uma EIN pode conter programas de BPX, todavia o inverso não se aplica. Sob o mesmo ponto de vista, uma EIN pode conter BPX, mas não necessariamente um Ecoparque, o que pode ser observado na figura 1.7. Assim, é verificado que, como prediz o conceito de simbiose industrial, o intercâmbio/reaproveitamento de materiais é condição essencial para a implementação de projetos ecoindustriais.

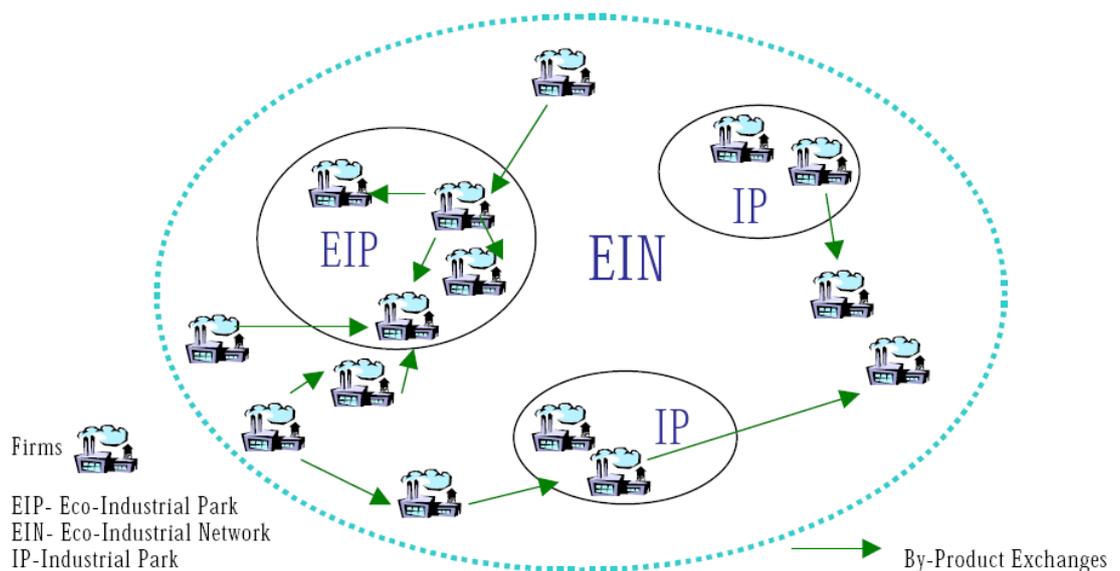


Figura 1. 7: Um modelo de ecoparque industrial e suas relações com os parques industriais.
Fonte: Lowe (2001).

Para que seja implementado um ecoparque, torna-se necessário uma equipe interdisciplinar, composta por profissionais das áreas de engenharia e arquitetura, como também da área gerencial, a fim de que as ações planejadas por estes sejam concretizadas (CARR, 1997). Tais ações consistem em uma serie de estratégias e princípios como, por exemplo, o fato de que o complexo em questão seja construído de forma a manter a maior quantidade possível das funções ecológicas do terreno, além da redução da utilização de materiais tóxicos e de matéria-prima não renovável (COTÉ et al, 1995). Ainda no âmbito das estratégias, Lowe (2001) ressalta que o gerenciamento do parque deve:

- Permitir desenvolvimento da performance ambiental tanto para as empresas individualmente quanto para o parque como um todo;

- Manter um *mix* de companhias necessárias para manter relações intra/inter empresas com o passar do tempo;
- Gerenciar um sistema de informações que suporte as comunicações entre as companhias de suas respectivas condições ambientais, além de providenciar o feedback acerca do desempenho do ecoparque.

Ainda neste aspecto, Korhonen (2001) ressalta que, para haver um ecossistema industrial, são necessários quatro princípios: Reaproveitamento de materiais e de energia (*Roundput*), diversidade de atores em interdependência, cooperação e *inputs-outputs* (*Diversity*), utilização de recursos e resíduos de forma que haja respeito às limitações do ambiente (*Locality*) e desenvolvimento gradual da diversidade dos sistemas (*Gradual Change*).

Por sua vez, de acordo com informações da Indigo Development (2005), para que se estabeleça um ecoparque são necessárias condições como heterogeneidade das indústrias envolvidas, retorno financeiro, desenvolvimento voluntário em conjunto com as agências reguladoras, proximidade de parceiros e relacionamento entre os gerentes das empresas envolvidas.

As possibilidades de ganhos de performance econômica e ambiental a partir dos EIPs incentivaram a criação de diversas evidências empíricas ao redor do mundo, com destaque para Dinamarca, Holanda, Estados Unidos, Canadá, China e Coreia do Sul, dentre outros países. Tais experiências serão abordadas na seção a seguir.

1.2.1.1 Evidências empíricas de Ecoparques Industriais

Um dos casos mais famosos de criação de ecoparques é o caso da espontânea, mas lenta, evolução da simbiose industrial ocorrida em Kalundborg, Dinamarca. (LOWE; WARREN; MORAN, 1997; EHERENFELD; GERTLER, 1997; LOWE; MORAN; HOLMES, 1998; COTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998; LOWE, 2001; PECK, 2002; KORHONEN, 2005; JACOBSEN, 2006; NASCIMENTO, 2009).

O Distrito Industrial de Kalundborg foi criado nos anos 1960 e é composto de quatro indústrias centrais:

- Asnaes Power Station – usina termelétrica de 1.500 megawatts;

- Statoil –refinaria;
- Novo Nordisk – fabricante de produtos farmacêuticos e enzimas;
- Gyproc – fabricante de placas de gesso.

Várias empresas ao longo do município, assim como também firmas fora desta área, fazem uso dos subprodutos oriundos dos processos produtivos destas empresas, assim como também os recursos energéticos, transformando-os em matéria prima. O nível de simbiose deste complexo aumentou gradualmente ao longo dos anos, conforme é observado no quadro 1.2 (EHERENFELD; GERTLER, 1997):

Ano	Ação
1959	A Asnaes power station é autorizada
1961	A Refinaria Statoil é autorizada: passa a utilizar água encanada vinda do Lago Tisso
1972	A Gyproc S/A é construída e passa a utilizar gás encanado da Statoil
1973	Asnaes se expande; utiliza água do lago Tisso
1976	A Novo Nordisk começa a transportar lodo para as fazendas
1979	A Asnaes começa a vender cinzas para produtores de cimento
1981	Asnaes produz calor para a comunidade de Kalundborg
1982	Asnaes entrega vapor residual para Statoil e Novo Nordisk
1987	Statoil fornece água de resfriamento para Asnaes
1989	Novo Nordisk passa a utilizar poços e não mais o Lago Tisso
1990	Statoil vende enxofre fundido para Kemira em Jutland
1991	Statoil envia águas residuais tratadas para Asnaes
1992	Statoil envia gás residual para Asnaes
1993	Asnaes fornece gesso para a Gyproc

Quadro 1. 2: Evolução da simbiose industrial em Kalundborg.
Fonte: Eherenfeld e Gertler (1997). Tradução do autor.

Até 1995, conforme Lowe, Moran e Holmes (1998) a rede de trocas simbióticas chegou a cerca de 3 milhões de toneladas por ano. Como pode ser verificado na figura 1.8, tais relações tem como cerne as quatro indústrias citadas anteriormente (Asnaes, Gyproc, Novo Nordisk e Statoil). A partir desta configuração, recursos naturais como a água do lago Tisso é utilizada não apenas pela cidade mas também por parte das empresas-chave de Kalundborg.

Por exemplo, os resíduos líquidos da refinaria Statoil são fornecidos para a Usina Asnaes sob a forma de água residual tratada e água para as caldeiras, ao passo em que estes retornam para a refinaria sob a forma de vapor. Em paralelo, a Novo Nordisk recebe resíduos

de calor e vapor da Usina de Asnaes, que por sua vez envia tanto água para a Gyproc quanto lodo para a fabricação de fertilizantes que serão utilizados pelas fazendas.

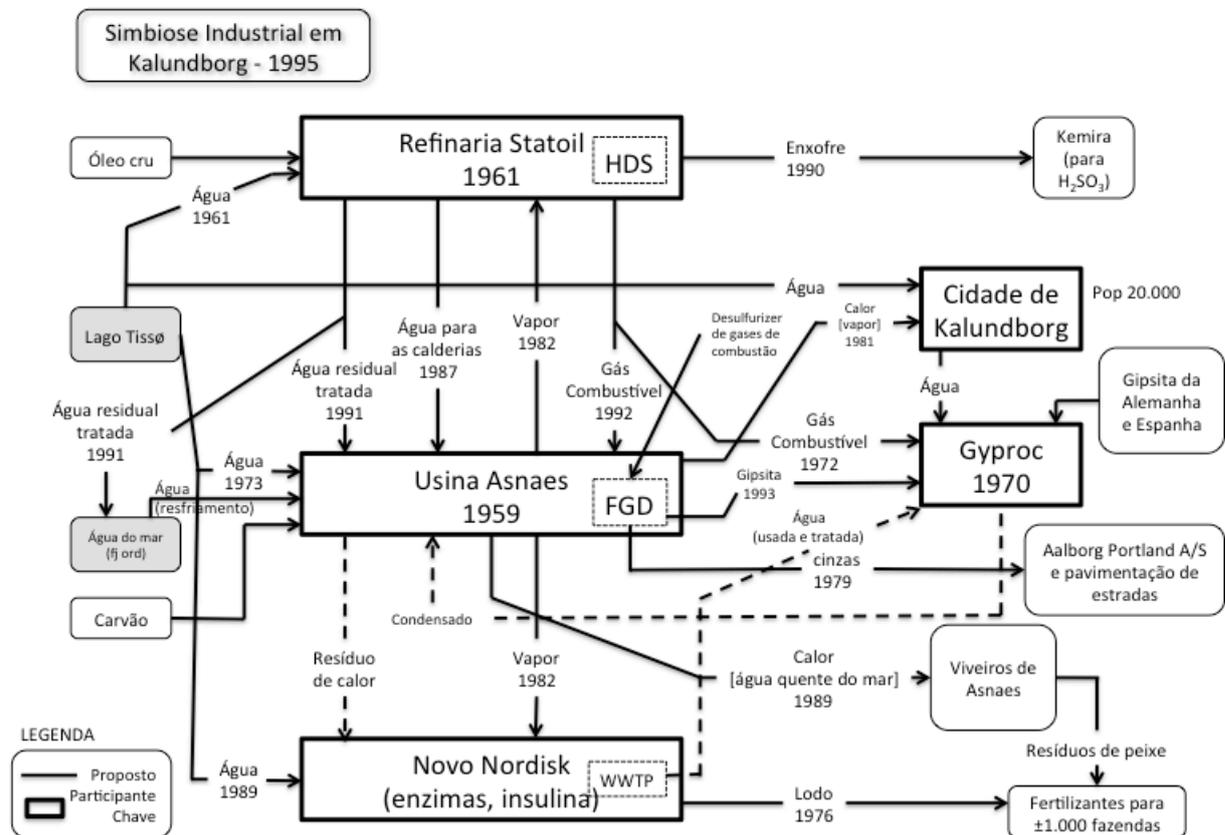


Figura 1. 8: Simbiose industrial de Kalundborg em 1995
Fonte: Lowe e Cohen-Rosenthal (1998). Tradução do autor.

A experiência de simbiose industrial colocada em prática observada em Kalundborg motivou outros países a demandarem por iniciativas de desenvolvimento ecoindustrial por meio dos EIPs. Ao se analisar esses casos é possível verificar posicionamento de destaque da tanto por parte da comunidade envolvida quanto dos aspectos regulatórios e políticas ambientais impostos pelo governo e órgãos competentes. Neste capítulo foram selecionadas evidências empíricas observadas nos Estados Unidos, Canadá, Holanda, China e Coréia do Sul.

Nos Estados Unidos, as experiências de elaboração de EIPs têm sido significativas, dado o apoio do governo e da Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency)– EPA, ao longo dos anos 1990 (COTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998). Algumas destes casos podem ser observados no quadro 1.3.

EIPs	Características
Cape Charles, Virginia	Tecnologias sustentáveis, características naturais costeiras.
Fairfield, Baltimore, Maryland	Transformação de uma área industrial já existente, cogeração, reuso, tecnologia ambiental.
Brownsville, Texas	Aproximação regional ou virtual para troca de resíduos, marketing.
Riverside, Burlington, Vermont	Parque industrial agrícola, em ambiente urbano, bio-energia, tratamento de resíduos.
Chattanooga, Tennessee	Requalificação do centro da cidade e de antigas fábricas militares, áreas verdes, tecnologia ambiental.
Green Institute, Minneapolis, Minnesota	Cidade do interior, incubadora de negócios "verdes" de pequena escala, reuso de materiais.
Plattsburg, New York	Requalificação de uma grande base militar, gerenciamento de resíduos e recursos.
East Shore, Oakland, California	Parque baseado em recuperação de recursos, paisagismo, eficiência energética.
Londonberry, New Hampshire	Pequena escala, parque baseado na comunidade
Trenton, New Jersey	Requalificação de uma área industrial existente, indústrias limpas.
Civano, Tucson, Arizona	Desenvolvimento de novos negócios ambientais integrando o comércio e as residências, características naturais.
Franklin, Youngsville, North Carolina	Um complexo comercial com energia renovável e tecnologias ambientais.
Raymond, Washington	Um novo parque com uma área reflorestada, reciclo de resíduos sólidos e líquidos.
Skagit Count, Washington	Um novo parque com sistemas e centros de suporte, indústrias ambientais.
Shady Side, Maryland	Renovação de uma fábrica já existente, trabalhos de manufatura, negócios ambientais e tecnológicos de pequena escala.

Quadro 1. 3: Alguns projetos de EIPs nos Estados Unidos
Fonte: Coté et al (1998). Tradução do autor.

No Canadá, ao longo do mesmo período, existiam poucos projetos, todavia com potencial, a citar o Burnside Industrial Park e o Portland Industrial District em Toronto. Também foi verificado por Coté e Cohen-Rosenthal (1998) EIPs com limitações:

- Sarnia, Ontário – Simbiose entre refinarias, borracha sintética e indústria petroquímica;
- Bruce Energy Centre, Ontário – Organizados ao redor da Usina Nuclear de Ontário para o aproveitamento da geração de calor e vapor;

- Nova Scotia – Várias empresas do setor de papel e papelão, trabalhando também com reciclagem.

Algumas destas experiências de EIPs nos Estados Unidos foram comparadas com as da Holanda por Heeres, Vermeulen e De Walle (2004), onde os americanos foram os de *Fairfield* (Baltimore), *Brownsville Regional Industrial Symbiosis Project* (Brownsville) e o *Cape Charles Sustainable Technologies Industrial Park - STIP* (Cape Charles). Por sua vez, os EIPs holandeses foram o *INdustrial Eco-System project* (INES), *Rietvelden/Vutter* (RiVu) *sustainable revitalization Project* e o *Moerdijk EIP Project*. As principais características destes EIPs estão listadas no quadro 1.4.

Estudo de caso	INES	RiVu	Moerdijk	Fairfield	Brownsville Regional IS	Cape Charles STIP
Localização	Rotterdam	Den Bosh	Moerdijk	Baltimore	Brownsville	Cape Charles
Início	1994	1996	1998	1994	1994	1994
Tipo de EIP	Brownfield	Brownfield	Brownfield	Brownfield	EIP Vritual	Greenfield
Estabelecido em	-	Anos 1950 e 1960	1967/1968	±1920	-	-
Tamanho (ha)	>3000	290	2600	508	Brownsville region	232
Companhias	±80	±200	±200	±60	34	Desconhecido

Quadro 1. 4: Aspectos dos EIPs selecionados.

Fonte: Heeres, Vermeulen e De Walle (2004). Tradução do autor.

Comparando as experiências, foi verificado que a participação dos agentes envolvidos, ou seja, empresas, instituições e comunidade local, foi um principais fatores de sucesso dos EIPs, sobretudo nos casos verificados na Holanda. Dentre os entraves, como já foi ressaltado por Lowe (2001) a incompatibilidade de regulamentação por parte do governo e distanciamento entre as empresas, como também a falta de mecanismos de financiamento e de associações tanto por parte da comunidade local quanto de empreendedores, que por sua vez comprometem o funcionamento dos EIPs, particularmente no caso dos americanos, conforme é verificado no quadro 1.5.

Ao longo dos anos 2000, os maiores esforços em termos de projetos ecoindustriais foram verificados na Ásia, sobretudo na China (ZHU et al, 2007; GENG; ZHU; HAIGHT, 2007; SHI; CHERTOW; SONG, 2010; ZHANG et al, 2010). De acordo com Zhang et al (2010), os EIPs passaram a ser promovidos na China a partir do final dos anos 1990 como

uma forma de conciliar as relações entre o pujante crescimento econômico chinês com a escassez de recursos naturais e a forte poluição.

Projeto	Fatores essenciais para o sucesso do projeto	Fatores causando problemas ou falhas
INES	Participação ativa das companhias, rede de gestão ambiental, Europort Employers Association	-
RiVu	Participação ativa das companhias, Entrepreneurs Association RiVu	Poucas firmas de grande porte, diferenças de opinião sobre o rezoneamento do parque industrial RiVu
Moerdijk	Participação ativa das companhias, relações de troca existentes, entrepreneurs association	Distância relativamente grande entre as companhias
Fairfield	-	Política de gestão, falta de interesse por parte das companhias, ausência da associação de empresários que representem as indústrias/companhias de Fairfield
Brownsville	-	Falta de recursos financeiros necessários para aperfeiçoar o software utilizado para identificar as possíveis relações de troca, falta de interesse das companhias
Cape Charles	Participação ativa dos residentes locais, cooperação entre a cidade e o condado	A atratividade da indústria de Cape Charles, a localização de termos demandados das companhias candidatas

Quadro 1. 5:Fatores de sucesso ou falha dos casos analisados nos EUA e Holanda.
Fonte: Heeres, Vermeulen e De Walle (2004). Tradução do autor.

Assim, para que fossem viabilizados os projetos de EIPs, ocorreu uma participação efetiva do Estado, principalmente no tocante aos mecanismos de regulação. Inicialmente, tais esforços foram caracterizados pela criação das zonas de Economia Circular¹³ (Circular Economy – CE), proposta pela Agencia de Proteção Ambiental (State Environmental Protection Administration – SEPA), estando contidos os EIPs.

Em 2001, a SEPA iniciou e encarregou-se tanto do programa de CE quanto dos de EIPs, assim criando o National Pilot EIP Program (NPEIPP) e o National Pilot Circular

¹³As zonas de economia circular (CE) podem ser consideradas como uma prática piloto de EIPs, posto que a NRDC implementa o NPCEZP de acordo com três objetivos: estimular a produção limpa, promover a simbiose industrial entre as empresas e estabelecer EINs (ZHANG et al., 2010)

Economy Zone Program (NPCEZP). Entretanto, com o desenvolvimento das CE, foi-se gradualmente reconhecendo que estas tem maior viés na estratégia econômica do que ambiental, assim sendo coordenada pela National Development and Reform Commission (NDRC), enquanto o NPEIPP ainda continuou sob a supervisão da SEPA. Baseados nestes programas, mais de 60 parques industriais receberam aprovação para se desenvolverem em EIPs, sendo que 6 desses parques receberam aprovação em ambos os programas (ZHANG et al, 2010).

Comparando os programas em questão, verifica-se que o sistema de gestão da NPCEZP depende bem menos de testes de aceitação e supervisão. A única regulamentação relevante é que departamentos locais como o Environmental Protection Bureau – EPB e a National Development and Reform Commission – NDRC devem programar avaliações e supervisão sobre o andamento dos NPCEZ. Até janeiro de 2009, a SEPA/MEP aprovou 33 projetos de desenvolvimento de parques industriais em EIPs, enquanto que 33 parques industriais estão contidos na NPCEZP, sendo que seis deles foram incluídos na NPEIPP. As figuras 1.9 e 1.10 mostram a distribuição regional destes parques.

Dentre as experiências observadas, cabe destacar a Tianjin Economic Development Area (TEDA), que é o maior parque industrial (GENG; ZHU; HAIGHT, 2007) e um dos três principais EIPs da China (SHI; CHERTOW; SONG, 2010). Fundado em 1984, a TEDA compreende joint ventures, empresas privadas e estatais e empresas multinacionais. No que diz respeito a gestão ambiental deste complexo, esta é gerenciada pela TEDA Environmental Protection Bureau – EPB, cujo portfólio é organizado pelos seguintes órgãos:

- *Comprehensive Administration Department*: responsável pela execução Ambiental, incluindo gestão de resíduos sólidos;
- *General Engineer's Office*: destinado a Pesquisa e Desenvolvimento; e
- *Environmental Protection Monitoring Station*: cuida do monitoramento da qualidade ambiental.

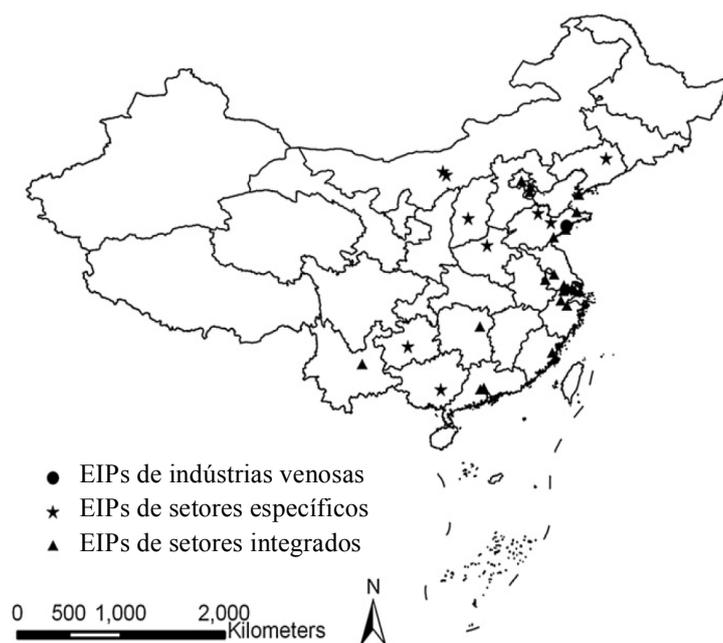


Figura 1. 9: Distribuição dos EIPs aprovados pela NPEIPP.
 Fonte: Zhang et al (2010). Tradução do autor.

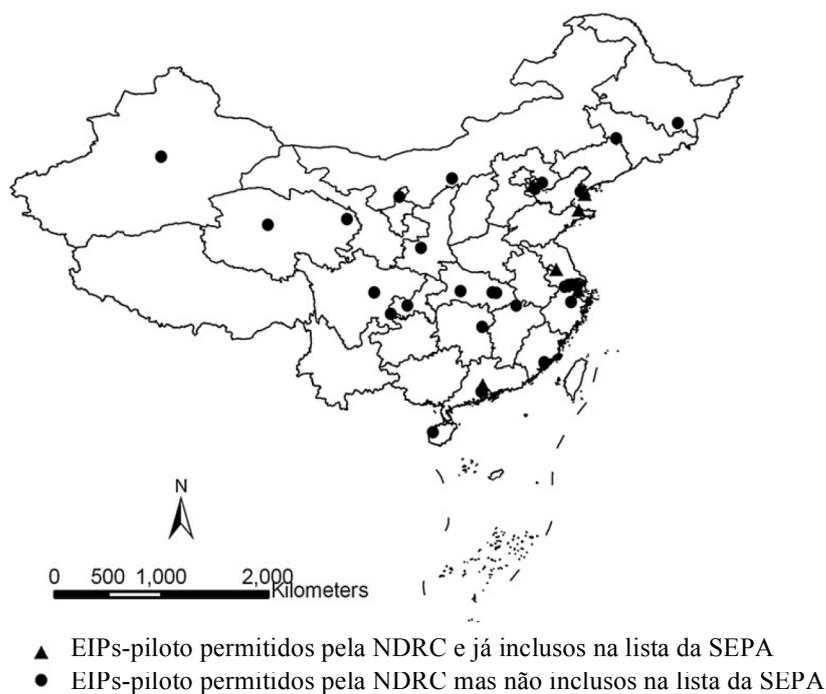


Figura 1. 10: Distribuição das zonas de economia circular.
 Fonte: Zhang et al (2010). Tradução do autor.

A TEDA, localizada na baía de Bohai, região norte da China, e aproximadamente a 50km do centro de Tianjin, foi planejada em uma área de aproximadamente 36 km², incluindo

áreas industriais, residenciais, financeiras e comerciais (Figura 1.11). Até 2003, a população residente era de 53. 893 habitantes e, aproximadamente 152.000 trabalhadores e gestores viajam todos os dias da cidade de Tianjin para o parque industrial em questão.

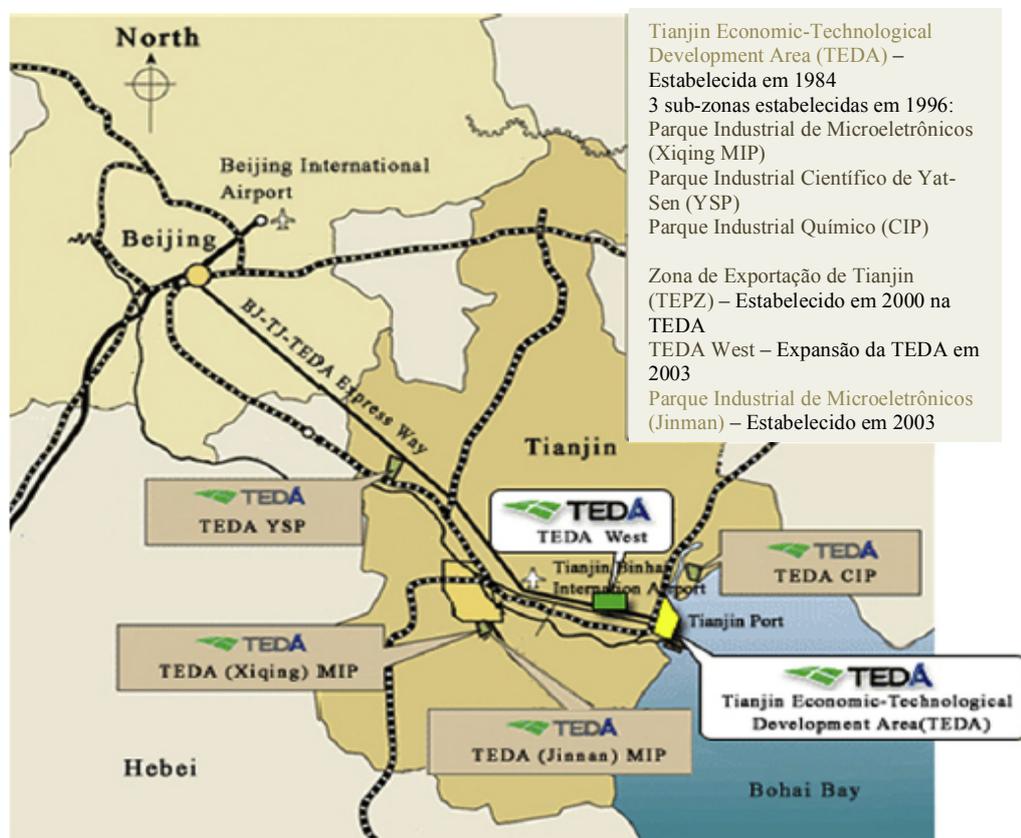


Figura 1. 11:Localização geográfica e zoneamento da TEDA.
 Fonte: Shi, Chertow e Song (2010). Tradução do autor.

No que diz respeito às suas atividades econômicas, em quase duas décadas de desenvolvimento, foram estabelecidos quatro pilares do setor de manufaturas: Material Elétrico e de Comunicações, Alimentícios, Biomédicos e de Manufatura Mecânica. Entre o hall de empresas que a compõem, existem mais de 3.300, sendo algumas de destaque como Motorola, Toyota, Hyundai, Samsung Electronics, Hartwell Textile, Coca-Cola, General Electric, Dingyi Food, Novozymes e Glaxo-SmithKline (GENG, ZHU, HAIGHT, 2007). Dentre esses pilares, o que possuem a maior participação industrial tem sido o setor de material elétrico e comunicações e o setor mecânico (SHI; CHERTOW; SONG, 2010).

O desenvolvimento da TEDA como um EIP começou a partir dos anos 1990, acompanhados da participação governamental via SEPA (SHI; CHERTOW; SONG, 2010). Tal processo é caracterizado inicialmente pela obtenção da certificação ISO 14.000 e ISO

14.001 por parte das empresas envolvidas, para que então se comecem as estratégias de transformação em um EIP. Com isso, é obtida não apenas a certificação da SEPA, o que caracteriza efetivamente a TEDA como um EIP em 2004 como também a sua nomeação como uma zona de economia circular pela NDRC. Tal cronologia é demonstrada mais claramente no quadro abaixo:

Ano	Principais desenvolvimentos
1984	A TEDA é criada
1990	A TEDA estabelece seu próprio Bureau de Proteção Ambiental
1996	A Associação de Proteção Ambiental da TEDA é estabelecida entre as companhias
1998	Motorola obtém a primeira certificação ISO 14001 na TEDA
2000	A TEDA recebe certificação ISO 14001 SEPA nomeou a TEDA como uma zona de demonstração nacional para a ISO 14001
2001	A TEDA começa a tornar público o seu relatório ambiental anual referente ao ano 2000 O objetivo estratégico de se transformar em um EIP é estabelecido na TEDA
2002	TEDA assina a declaração internacional de Produção Limpa TEDA começa a formular um plano de desenvolvimento de um EIP
2003	É formado um grupo para liderar o desenvolvimento da TEDA em um EIP O plano de desenvolvimento de EIP da TEDA é aprovado
2004	SEPA nomeou a TEDA como um EIP piloto O Clube de Minimização de Resíduos é estabelecido
2005	Um logo do sistema de gestão de resíduos sólidos foi lançado na TEDA NDRC nomeou a TEDA como uma zona piloto de demonstração de economia circular O comitê de promoção da economia circular da TEDA é estabelecido
2006	O Centro de Promoção de Economia Circular da TEDA é estabelecido
2007	Os métodos de gestão provisória de Economia Circular são promulgados Os Ministérios de Proteção Ambiental, Comércio e Ciência e Tecnologia nomeiam a
2008	TEDA como um dos três primeiros EIP Nacionais

Quadro 1. 6: Evolução cronológica da gestão ambiental na TEDA.
Fonte: Shi, Chertow e Song (2010). Tradução do autor.

Em paralelo, foi necessária uma série de investimentos em infraestrutura a fim que fosse viabilizada a transformação da TEDA em um EIP. Tais investimentos, em ordem cronológica, compreendem usinas de cogeração de energia, tratamento do solo, tratamento de água e tratamento de resíduos (SHI; CHERTOW; SONG, 2010).

Em termos de fluxos de resíduos sólidos, verificou-se que cerca de 60.000 toneladas de resíduos industriais foram reutilizados ou reciclados, 35.000 toneladas são coletadas e enviadas para um aterro por uma companhia governamental, a Environment and Sanitation Company (E&S) e 4.000 toneladas são recolhidas pelos catadores locais (GENG, ZHU, HAIGHT, 2007). Quanto aos recursos hídricos, usinas de recuperação de água usam os

estratégia de transição de um modelo tradicional para um baseado em políticas de desenvolvimento sustentável e em EIPs.

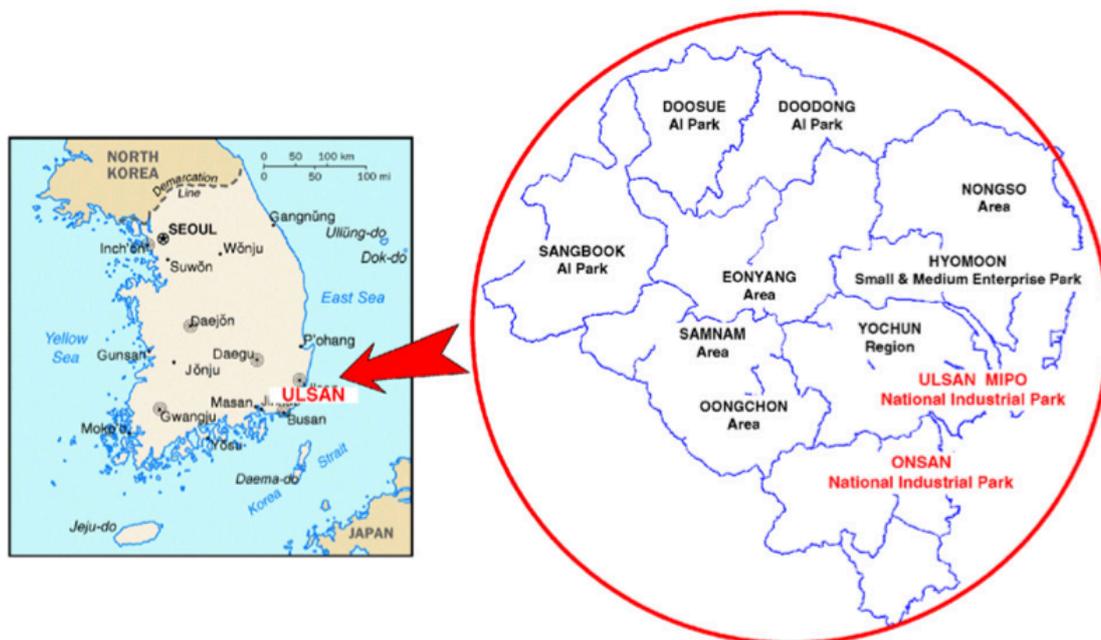


Figura 1. 13: Mapa dos complexos industriais de Ulsan.
Fonte: Park et al, 2008.

Diante desta situação, de acordo com Park et al (2008), as políticas ambientais em nível nacional se basearam em questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável que permitisse um acordo que fortalecessem o sistema de gestão ambiental vigente a partir do recomendado pela Agenda 21. Tais iniciativas eram baseadas em uma visão de longo prazo cujo objetivos eram focados na melhoria da qualidade de vida bem como a conservação dos recursos naturais aliada a uma efetiva utilização dos mesmos por meio de uma economia ecoamigável e justiça ambiental.

Por conta disso, em uma iniciativa ambiciosa por parte do Ministério do Comércio e Energia coreano, em 2005 foi um projeto cuja meta era a transição para um modelo industrial baseado nos EIPs em um período de quinze anos intitulado Eco-Industrial Park: construction for establishing infrastructure of cleaner production in Korea (PARK et al, 2008; BEHERA et al, 2012). Coordenado inicialmente pela Korea National Cleaner Production Center – KNCPC e pela Korea Institute of Technology – KITECH, este projeto foi dividido em três fases:

- Primeira fase (2006 - 2010): Prioridade na compreensão dos fluxos de materiais e de energia em cinco parques industriais para transformá-los futuramente em EIPs. Com isto, BPXs seriam criados de forma eficiente, em conjunto com um banco de informações abrangente e corpo técnico especializado.
- Segunda fase (2011 - 2015): A partir das informações obtidas na primeira fase, estimular a disseminação do design concebido para oito parques industriais selecionados e trinta complexos industriais associados no país. Em paralelo, o sistema em questão deve conter infraestrutura em condições de arcar e estimular a criação de joint ventures;
- Terceira fase (2016 – 2020): observação das falhas observadas nas fases anteriores e identificação das metas a serem revisadas e retrabalhadas. Tais aspectos estariam sob a responsabilidade de uma equipe multidisciplinar de experts.

A partir de 2006, a responsabilidade do projeto foi transferida para a Korea Industrial Complex Corporation – KICOX, órgão afiliado ao Ministry of Knowledge Economy (antigo ministério de comércio, indústria e energia). Abarcado por este projeto como um dos oito parques selecionados na segunda fase, o plano de ação para a estratégia de transição do parque industrial de Ulsan em um EIP compreende duas questões importantes (PARK et al, 2008):

- O metabolismo dos recursos – componente primário;
- A interação, cooperação e coordenação dos stakeholders – componente de suporte

Estabelecido em 2007, o Ulsan EIP Center contribui de forma significativa para a disseminação da simbiose industrial no país. Isto se deve ao papel da comunidade acadêmica, cuja contribuição estimula uma maior participação dos stakeholders envolvidos, assim permitindo aplicações da ecologia industrial de forma bem sucedida (BEHERA et al, 2012). Em 2012, este EIP está envolvido em quarenta sinergias, sendo que treze redes de trocas simbióticas já estão em operação, vinte sob negociação e sete sob estudo de viabilidade.

Os esforços de desenvolvimento de projetos de EIPs refletem a tendência, em nível mundial, de busca por maior competitividade e lucro amparada na utilização dos recursos

naturais em sua plenitude. Todavia, tal plenitude está muito mais ligada a redução do desperdício destes materiais por meio da reciclagem, reuso e simbiose industrial do que a sua utilização em termos meramente quantitativos. A melhor utilização dos recursos naturais, bem como a imagem que as empresas passam ao trabalhar em comunidade em decorrência da aplicação dos princípios da ecologia industrial por meio dos EIP também pode contribuir como fator de competitividade.

1.2.1.2 Ecoparques industriais: Semelhanças críticas

Posto que um EIP é muito mais do que uma simples troca entre insumos, sua implementação é um processo de investigação que depende de vários fatores, dentre os quais são determinados pelas condições econômicas, culturais, geográficas e espaciais do local escolhido. Por isso, cada Ecoparque é único em sua concepção. Logo, por mais que sejam oferecidos guias para o desenvolvimento de EIPs, o agente/instituição encarregado (a) deve estar atento com as particularidades da região em questão (LOWE, 2001).

Particularidades estas que Lowe (2001) ressalta em meio a diversas mudanças nos ambientes político, econômico, social e tecnológico. Para este autor, os encarregados de desenvolver EIPs devem estar atentos a fatos como:

- Mudanças climáticas e escassez de recursos naturais;
- Processos de privatização, *downsizing*, desregulação, descentralização e escassez de recursos financeiros disponíveis para o desenvolvimento local;
- Crescente nível de interdependência entre as economias em decorrência do processo de globalização e conseqüentemente menor controle dos investimentos diretos vindos dos demais países no que diz respeito aos seus interesses e prioridades;
- Uma mudança de paradigmas que desafia as regras dominantes das organizações comerciais e bancos de desenvolvimento em um ambiente global;
- Novos nichos de mercado que aparecem a cada dia;
- A World Wide Web e a internet, que tem criado uma forma dinâmica de manter relações de negócios e comerciais.

Todos estes fatores influenciam substancialmente a criação de um EIP, pois todo projeto em si, para que possa ser posto em prática, deve ser tecnicamente e economicamente viáveis (BUARQUE, 1984; GIBBS; DEUTZ, 2005). Para tal, deve-se estar atento não apenas

às particularidades locais/ regionais, mas também ao ambiente externo, posto que estes tem participação significativa no sucesso do projeto.

Kalundborg, tida como a experiência exemplar no que diz respeito à aplicação dos princípios de ecologia industrial, é a evidência empírica mais utilizada quando o assunto são EIPs (GIBBS; DEUTZ, 2005). A partir desta experiência, diversos projetos de EIPs tem surgido no mundo, com destaque para Estados Unidos (COTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998; HEERES; VERMEULEN; DE WALLE, 2004; GIBBS; DEUTZ, 2005), Canadá (COTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998), Holanda (BAAS, 1998; HEERES; VERMEULEN; DE WALLE, 2004,); Filipinas, Tailândia e com experiências iniciais na Malásia, Sri Lanka, África do Sul, Namíbia e Porto Rico (LOWE, 2001), China (ZHU et al, 2007; GENG, ZHU, HAIGHT, 2007; CHEN et al, 2010; SHI; CHERTOW; SONG, 2010; ZHANG et al, 2010), Rio de Janeiro (VEIGA; MAGRINI, 2009), dentre outros casos.

A maior diferença entre essas experiências em relação a Kalundborg é que este EIP teve uma evolução, como já ressaltado no capítulo anterior, lenta e espontânea, ou seja, as trocas simbióticas de materiais entre as empresas surgiu pela cooperação voluntária e orgânica entre as companhias envolvidas, enquanto que os demais projetos de EIP surgiram por meio de agências governamentais, a citar os casos observados nos Estados Unidos, onde o *President's Council on Sustainable Development* – PCSD formou uma força tarefa com a *Environmental Protection Agency* – EPA e o *US Department of Energy*; Rio de Janeiro, com a criação do Programa de Desenvolvimento Sustentável Eco-Industrial, mais conhecido como Ecopolo (VEIGA; MAGRINI, 2009, NAKAJIMA, 2011); e China, com a criação das *National Pilot EIP Program* – NPEIPP e o *National Pilot Circular Economy Zone Program* – NPCEZP pela *State Environmental Protection Administration* – SEPA (ZHANG et al, 2010).

Além da participação do Estado, outra característica relevante nessas experiências é a participação da comunidade, dado que a participação desse agente possa vir a ser um fator significativo para o sucesso nesses tipos de projetos tanto pela atenção às demandas da comunidade ao longo do planejamento também pelos *feedbacks* depois que o parque estiver em operação (NAKAJIMA, 2011). Logo, o relacionamento entre os desenvolvedores de EIPs e a comunidade pode ser beneficiado pelo fornecimento de serviços governamentais, educacionais e de moradia, além da possibilidade de geração de emprego e renda (COTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998; LOWE, 2001).

No que diz respeito às evidências empíricas de EIPs estudadas, percebe-se que a participação da comunidade local e de ONGs foi significativa nos Estados Unidos, permitindo e estimulando o envolvimento da comunidade no desenvolvimento dos projetos por meio da apresentação de suas visões e ideias. Entretanto, em casos europeus como os EIPs Holandeses não foram verificados estímulos nesse sentido, como também foi observado em Tianjin, China e no Rio de Janeiro, com exceção do parque de Paracambi (HEERES; VERMEULEN; DE WALLE, 2004; VEIGA; MAGRINI, 2009; SHI; CHERTOW; SONG, 2010; NAKAJIMA, 2011).

Apesar do pouco ou inexistente envolvimento, ainda ressalta-se que este seja importante, pois o total engajamento de todos os agentes e, conseqüentemente, o sucesso do projeto, depende do nível de informações acerca dos possíveis benefícios que o projeto proporciona em si. Um caso em que este argumento pode ser observado é das experiências australianas, onde o limitado conhecimento (e envolvimento) dos conceitos de ecologia industrial limitou o sucesso de seus EIPs (TUDOR et al, 2007)

O conhecimento das informações relativas a essa temática proporciona, inclusive, a atração de empresas-âncora, ou seja, firmas que possam atuar na indústria como agente potencializador das relações simbióticas entre as empresas, bem como na atração de novas fábricas. No caso de Kalundborg, a existência da termelétrica de Asnaes e da refinaria de petróleo Statoil permite sinergias entre as empresas no local, interligando-as em uma rede de trocas de materiais, água e energia (LOWE, 1997; BERKEL, 2009, NAKAJIMA, 2011), enquanto que em EIPs como o de Tianjin, China, em decorrência de sua heterogeneidade, possui empresas âncora como a Motorola, Samsung, Toyota-FAW Motors, Novo Nordisk e Tingyi International Food Company Ltd (ZHANG et al, 2010). Sendo assim, o surgimento/ atração de novas empresas-âncora pode contribuir para a criação de novas e inesperadas conexões entre classes heterogêneas na indústria (HEERES; VERMEULEN; DE WALLE, 2004).

O estabelecimento desses tipos de empresas depende não apenas da obtenção de melhor imagem, clientes e recursos financeiros, mas também de fatores espaciais e tecnológicos. Na medida em que regiões vizinhas oferecem um ambiente mais propício para o estabelecimento das firmas, mesmo que não estejam nos padrões de promoção da simbiose industrial, torna-se mais difícil a atração de empresas-âncora para o ecoparque. A escolha por parte das empresas depende, essencialmente, de incentivos que a região (e o EIP, em paralelo)

pode oferecer, pois, dependendo dos incentivos oferecidos, as empresas preferirem se instalar (ou permanecerem) em parques industriais tradicionais (GIBBS; DEUTZ, 2005)

Entretanto, em algumas experiências observadas na Europa, a citar o caso da *Industrial EcoSystem Project – INES*, na área portuária de Rotterdam, Holanda, bem como os outros ecoparques nesse país, não foram observados a presença e nem a necessidade de empresas âncora. O motivo para tal é que, nesses casos, este papel é desempenhado pelas associações de empreendedores e de trabalhadores, dessa forma afastando a ideia de que umas empresas são melhores que outras ou de favoritismo (HEERES; VERMEULEN; DE WALLE, 2004).

Dessa forma, partindo dos procedimentos utilizados por Coté et al (1998) e Heeres, Vermeulen e De Walle (2004) é constatado que os casos de EIPs contém convergências e divergências em certos aspectos. Conforme a argumentação contida neste tópico, pode-se destacar as seguintes características:

- A participação (ou não) do Estado por meio de suas agências ambientais e reguladoras;
- A participação da comunidade em conjunto com as empresas;
- A participação de empresas-âncora no intuito de atrair/descobrir novas relações simbióticas.

A aproximação e/ou o distanciamento entre os casos analisados deve ser o foco das discussões iniciais nos estudos de pré-viabilidade de projetos de ecoparques industriais, assim contribuindo para uma participação mais efetiva e eficiente dos agentes envolvidos. Nesse sentido, antes de qualquer discussão acerca desse assunto, deve-se ter em mente que projetos de ecoparques, independente de sua localidade, fatores geográficos, econômicos e espaciais, de que os projetos de EIPs são de longo prazo e suas experiências ainda estão em estado inicial de desenvolvimento (COTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998; GIBBS; DEUTZ, 2005). Assim como ocorreu em Kalundborg, os fluxos de materiais, água e energia tendem a ocorrer em um ritmo lento e espontâneo.

Assim, é necessário um acompanhamento adequado por parte de uma equipe multidisciplinar e que tenha membros da academia, da associação de empresários e das agências governamentais relacionadas não apenas para o monitoramento das ações a serem

realizadas no parque, mas também no processo de aprendizagem em relação aos erros e mudanças de foco que ocorrerem. Particularmente no caso do INES, o processo de aprendizagem é algo muito presente em sua política de gestão (BAAS, 2001).

O primeiro INES Project (1994-1997) foi caracterizado pela criação e fortalecimento de *networking* entre as empresas, governo e academia a partir das experiências compartilhadas a partir de *workshops* com temáticas voltadas a Produção Limpa e a Ecologia Industrial apresentada por dois industriários de Kalundborg, que ressaltaram a evolução do relacionamento entre as empresas, fazendeiros e prefeitura desde os anos 1960. Já o segundo *workshop* consistiu em um feedback tanto acerca de um questionário sobre o estado-da-arte dos sistemas de gestão ambiental, bem como o *design* do projeto em si. (BAAS, 1998; BAAS, 2001).

Posteriormente, agora como um programa, o segundo INES, são verificados tanto projetos de ecologia industrial, estudos de elaboração de cenários sobre o uso de combustíveis fósseis, bem como o exercício da visão e missão de longo prazo. Tais iniciativas foram possibilitadas a partir das experiências e *insights* obtidas com o primeiro INES Project, ou seja, o processo de aprendizagem baseado na realidade da região é uma condição necessária para o desenvolvimento e definição de estratégias na criação tanto de EIPs quanto futuramente na de EINs (BAAS, 2001).

As evidências empíricas de EIPs observadas neste capítulo, quando comparadas entre si, apresentam tanto semelhanças quanto diferenças que foram determinantes (ou não) para o seu sucesso (ou fracasso). Ao se analisar estes fatores, é percebido que estes estão relacionados principalmente com a postura dos *stakeholders* internos e externos envolvidos e que o seu nível de envolvimento é importante para o desenvolvimento da iniciativa. As implicações do comprometimento para o sucesso não é uma condição exclusiva de uma experiência em particular mas sim para quaisquer comunidade produtiva que busque benefícios econômicos e ambientais.

Dessa forma, um EIP bem sucedido se torna um exemplo a ser seguido e assim motiva outros a seguirem o seu exemplo. No Brasil, iniciativas como o Programa Rio Ecopolo surgem como um reflexo das possibilidades de ganhos que a ecologia industrial proporciona. E, assim como ocorre com as evidências empíricas apresentadas, também serão verificados que alguns destas semelhanças críticas podem ser observadas na experiência brasileira. No

próximo capítulo estas características serão detectadas no intuito de contribuir para que as futuras iniciativas, ou seja, a criação de novos EIPs brasileiros, sejam bem sucedidas.

2. ECOPARQUES INDUSTRIAIS NO BRASIL: UMA PROPOSTA PARA FUTURAS EXPERIÊNCIAS

Dentre as atividades que compreendem formas práticas de aplicar os conceitos propostos pela ecologia industrial, os ecoparques industriais – EIPs merecem destaque não apenas pelo seu aspecto holístico no que diz respeito ao seu planejamento mas também por conta das possibilidades de novos negócios e de retornos econômicos, ambientais e sociais. Em decorrência disto, experiências relacionadas ao planejamento de EIPs tem ocorrido em diversos países.

No que diz respeito a evidências de tais tipos de iniciativas no Brasil, o Programa Rio Ecopolo representa um esforço significativo de desenvolvimento ecoindustrial. Entretanto, tal experiência possui limitações que a impede de obter os resultados esperados. Algumas destas barreiras não se restringem apenas ao caso carioca, mas também aos demais casos observados ao redor do globo. Apesar das particularidades de cada país, o que faz com que haja distanciamento entre tais experiências é possível verificar algumas semelhanças entre os EIPs.

As semelhanças entre os casos verificados em determinadas regiões podem servir de exemplo para o desenvolvimento ecoindustrial em outras localidades, desde que sejam levadas em consideração as suas respectivas idiossincrasias. Dessa forma, a elaboração de diretrizes para o desenvolvimento de um EIP torna-se importante neste processo em decorrência da necessidade que os gestores tem no momento na fase de elaboração do projeto. Isto posto, o objetivo deste capítulo é levantar estratégias para a criação de ecoparques industriais no Brasil.

Para tal, a partir da análise comparativa entre experiências selecionadas de ecoparques industriais baseada na literatura disponível acerca do assunto em questão e discutida no capítulo anterior, será apresentado o Programa Rio Ecopolo para que então seja discutidas as suas possibilidades e limitações. Posteriormente será discutida a participação de *stakeholders* como as esferas governamentais, associações de empresas e demais membros da comunidade como ONGs, Universidades e institutos de pesquisa para o desenvolvimento ecoindustrial. Por fim, serão sugeridas estratégias para a implementação de EIPs no Brasil, considerando que esta deve ser interpretada como uma iniciativa de longo prazo.

2.1. Ecoparques Industriais no Brasil

As possibilidades de melhor utilização dos recursos naturais que a simbiose industrial incentiva várias iniciativas ao redor do mundo. No caso do Brasil, a aplicação de tais conhecimentos pode ser observada por meio de iniciativas incentivadoras como o caso do Polo petroquímico de Camaçari – BA que atua de forma a buscar uma reutilização mais adequada de seus resíduos, que caracteriza, na abordagem de Lowe (2001) um By-Product Exchange (BPX), dada a existência de algumas práticas de Simbiose Industrial envolvendo a escória do cobre desde a década de 2000 (TANIMOTO, 2004).

No caso de ecoparques industriais, a iniciativa mais significativa foi observada no Estado do Rio de Janeiro por meio do programa Rio Ecopolo, que estabeleceu, com o apoio do Governo, a criação dos Ecopolos de Santa Cruz, Campos Elíseos, Sul Fluminense, Fazenda Botafogo e Paracambi. Assim como foi observado no tópico anterior, o Ecopolo possui algumas virtudes e limitações em decorrência dos fatores listados anteriormente, que serão explicados de forma mais detalhada na seção a seguir

2.1.1. O Programa Rio Ecopolo

As empresas pertencentes a indústria de transformação no Estado do Rio de Janeiro se concentram em maior parte na sua Região Metropolitana – RMRJ. De acordo com Veiga e Magrini (2009), a Região Metropolitana do Rio de Janeiro foi estabelecida pela lei 466/1981 e delimitou três categorias de zonas industriais: Zonas de Uso Estritamente Industrial – ZUEI, Zonas de Uso Predominantemente Industrial e Zonas de Uso Diversificado. No que concerne a sua composição, das 56 zonas industriais que estão na RMRJ, 11 são de uso estritamente industrial enquanto que as 45 restantes são de uso predominante industrial.

Quanto aos setores que predominam nessas zonas industriais, conforme a tabela a 2.1, é verificada uma participação significativa dos setores químico e metalúrgico, que correspondem a 18% e 13% das empresas que compõem a indústria de transformação na RMRJ, respectivamente. Em paralelo, tais setores correspondem a 28,15% e 24,17% em nível estadual.

No intuito de se colocar em prática os princípios da simbiose industrial em decorrência das evidências empíricas de ecoparques industriais ao redor do mundo, o Programa de Fomento do Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro – Rio

Ecopolo foi instituído em 04/06/2002 por meio do decreto no. 31.339 que atribui à Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro – CODIN a implementação do programa, sendo que este ficou sob a supervisão da secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômicos e Turismo, CODIN, enquanto que a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) teria a competência para elaborar as normas, regulamentos e critérios para o enquadramento de projetos no programa em questão (VEIGA; MAGRINI, 2007).

Setor Industrial	Indústria de transformação	
	Participação % - Estado do RJ	Participação % - Região metropolitana
Químico	28,15	18
Metalúrgico	24,17	13
Farmacêutico	6,21	69*
Alimentos	5,98	
Bebidas	5,82	
Materiais de Transporte	5,64	
Gráfico	4,41	
Produtos de borracha	3,20	
Máquinas e equipamentos	2,76	
Diversos	2,66	
Produtos não-metal	1,91	
Produtos de Plástico	1,52	
Equipamentos médicos	1,44	
Produtos de Higiene	1,43	
Têxteis	1,07	
Vestuário	0,95	
Madreiro e Móveis	0,79	
Material eletroeletrônico	0,75	
Papel e celulose	0,52	
Bijouterias	0,49	
Produtos de Fotografia	0,08	
Calçados	0,06	
Total (14.684)	100,00	100,00

Tabela 2. 1 Distribuição de setores de atividade na indústria de transformação carioca.

Fonte: Veiga e Magrini (2009), tradução do autor

*Tal valor representa o somatório dos demais setores

De acordo com Fragomeni (2005), o primeiro procedimento tomado, realizado em conjunto com a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), foi a identificação das empresas interessadas em participar da iniciativa em questão, sendo que tal seleção foi feita pelo órgão ambiental de forma aleatória a partir das áreas com maior

concentração industrial. As empresas selecionadas arcariam, de forma individual e coletiva, com os seguintes compromissos apontados pela FEEMA (FRAGONENI, 2005):

- a) Participar do Programa Rio Ecopolo;
- b) Buscar a excelência ambiental;
- c) Desenvolver um Sistema de Gerenciamento Ambiental – SGA;
- d) Praticar a produção mais limpa;
- e) Buscar melhorias contínuas: Ambientais, sociais e econômicas;
- f) Contribuir para a conservação e melhoria do meio ambiente local;
- g) Apoiar e participar ações e projetos comunitários, na sua área de influência.

Diante desta situação, para que tais compromissos fossem devidamente firmados, o Programa em questão foi organizado nas seguintes etapas:

- a) Assinatura de Termo de Compromisso entre FEEMA e empresas integrantes do Ecopolo;
- b) Emissão de um Certificado de criação do Ecopolo pela FEEMA;
- c) Elaboração de um Plano de Gestão pelas empresas integrantes do Ecopolo;
- d) Implantação das Ações Propostas no Plano;
- e) Priorização por parte da FEEMA ao licenciamento das empresas integrantes dos Ecopolos.

Posteriormente, foram arrematados quatro Ecopolos que envolviam, por sua vez, cerca de 42 empresas (FRAGOMENI, 2005):

- Distrito Industrial de Santa Cruz, localizado no Rio de Janeiro e com 14 empresas: Gerdau Cosigua, Valesul Alumínio, Novartis, Casa da Moeda, Furnas, Pan Americana, Basf, Fábrica Carioca de Catalisadores - FCC, Latasa, Sicpa, Morganite, Ecolab, Aciquímica e Nuclep.;
- Distrito Industrial de Campos Elíseos, localizado em Duque de Caxias e com 12 empresas: REDUC, Petroflex, Nitriflex, Polibrasil, Ale Combustíveis, Rio Polímeros, Supergasbrás, White Martins, Ipiranga Asfalto, Cia. Brasileira Ipiranga de Asfalto, Condomínio Real Minas e Termorio;
- Sul fluminense, localizado na região das Agulhas Negras e com 3 empresas: Clariant, Basf e Volkswagen Caminhões e Ônibus;

- Fazenda Botafogo, localizado no Rio de Janeiro e com 13 empresas: Armco Staco Indústria Metalúrgica, CRR – Centro de Reciclagem Rio, Ciba Especialidades Químicas, Cromos S.A. Tintas Gráficas, Eninco Eng. Ind. Com. Ltda., Estoque – Estocagem Indústria Frigorífica, Pan-Americana S.A. Indústrias Químicas, Socan Produtos Alimentícios Ltda., SRR Equipamentos Ltda, Sumatex Produtos Químicos, Supergasbrás, Usina Nova América – UNA e Manufaturas KING.

A maior semelhança entre estas experiências era a de que tais distritos já existiam como parques industriais tradicionais. Diferentemente dos exemplos mencionados, o Ecopolo de Paracambi foi idealizado para ser um ecoparque industrial desde o início. Para tal, sua criação contou com o apoio da FEEMA e do governo municipal.

Ainda no âmbito do programa Rio Ecopolo, de acordo com Oliveira et al (2004), o desperdício oriundo dos resíduos na região metropolitana do Rio de Janeiro é suficiente para abastecer uma usina termelétrica de, aproximadamente, 50MW. A partir dessa situação, as possibilidades de aplicação dos princípios da simbiose industrial podem ser traduzidas em iniciativas como a de configurar o Ecopolo como um Produtor Independente de Energia – PIE por meio da utilização de biomassa, bem como outros componentes dos resíduos sólidos, para a produção de energia elétrica.

A produção de energia elétrica a partir do PIE pode beneficiar diversos setores que possuem demandas de energia elétrica, como por exemplo a indústria de transformação e a de serviços. Ademais, os resíduos que não possam ser devidamente utilizados para a biomassa energética podem ser utilizados para a fabricação de outros produtos, como por exemplo a fabricação de telhas a partir da fibra do coco verde, tijolos de solo-cimento e fabricação de cimento de alto desempenho a partir da incineração do lodo de esgoto (OLIVEIRA et al, 2004).

Dessa forma, o fornecimento de energia térmica e elétrica a partir das atividades propostas pelo Ecopolo Bioenergético soa como um passo importante na criação oportunidades de trocas de sub-produtos (By Product Exchange – BPX), ou seja, a simbiose industrial entre as empresas e setores envolvidos. Como pode ser observado na figura a seguir, o Ecopolo Bioenergético realizara tais atividades a partir da interação entre usinas como a de compostagem aeróbica seca – DRANCO, Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, que por sua vez podem contribuir na produção de biogás, rações, adubo etc. Em paralelo, a

as empresas necessitam da participação do Estado no sentido da regulação, incentivos/renúncia fiscal, dentre outras atribuições.

No caso do Programa Rio Ecopolo, apesar de o Decreto no. 31.339/02 ainda ter validade, as mudanças na administração pública interromperam a sua participação nos Ecopolos cinco anos depois que o programa foi estabelecido. Ademais, a FEEMA também não forneceu mais suporte aos Ecopolos (VEIGA; MAGRINI, 2007; VEIGA; MAGRINI, 2009). Dessa forma, os Ecopolos de Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo ainda estão em funcionamento sem o auxílio do setor público, enquanto que o polo de Paracambi, dado que este foi planejado em uma área pertencente ao governo, ainda recebe suporte governamental.

Independente da participação governamental, as ações promotoras de simbiose industrial, bem como as necessárias para a real implementação de um ecoparque industrial tem sido relativamente pontuais no Rio de Janeiro, (PEREIRA, 2007). No caso da seleção das empresas feita pela FEEMA, esta foi feita de forma aleatória e não de forma estratégica, ou seja, não houve uma seleção que levasse em conta as possibilidades de troca/compartilhamento de subprodutos (o que pode ocorrer entre empresas que não sejam necessariamente do mesmo setor). Consequentemente, as possibilidades de parcerias, bem como a cooperação e a motivação dos *stakeholders* foram aquém do esperado e contribuíram para que os resultados do programa fossem diferentes do esperado (PEREIRA, 2007, VEIGA; MAGRINI, 2007; VEIGA; MAGRINI, 2009).

Particularmente no caso do Ecopolo de Paracambi, assim como nas outras experiências pertencentes ao programa em questão, muito pouco tem sido feito desde o seu lançamento em 2002. As ações realizadas neste ecopolo têm a parceria da COPPE/UFRJ por meio de estudos e propostas metodológicas para auxiliar o seu planejamento, bem como a busca por possibilidades de troca de subprodutos, como o projeto do Ecopolo Bioenergético anteriormente citado.

Ainda assim, o programa Rio Ecopolo é um passo importante do que não fazer na implementação de parques industriais com uma visão pautada na ecoeficiência e na ecologia industrial. Diante dos resultados obtidos desde 2002, torna-se necessário um *framework* que contenha, além de diretrizes de planejamento, estratégias que levem em consideração a realidade da região, bem como os fatores que o afeta tanto do ponto de vista interno (forças e

fraquezas) quanto do ponto de vista externo (ameaças e oportunidades). No caso deste programa, a partir dos pontos ressaltados por Veiga e Magrini (2009) é possível elaborar uma análise SWOT (*strenghts, weakness, oppportunities and threats*) que pode ser útil para a análise e formulação de estratégias relacionadas a implementação de EIPs na Região metropolitana do Rio de Janeiro:

Ambiente interno

- Forças
 - Participação atuante do setor privado no planejamento e implementação dos EIPs;
 - O ambiente organizacional, no caso do EIP de Santa Cruz, contribuiu para a resolução de problemas iniciais;
 - Consciência dos atores envolvidos sensibilizada por novos caminhos para a inovação, educação e cooperação em decorrência da diversidade do setor industrial.
- Fraquezas
 - Os conceitos de ecologia industrial e ecoparques industriais ainda não estão difundidos de forma satisfatória entre os agentes envolvidos;
 - Falta de conhecimento sobre as oportunidades existentes na colaboração entre empresas;
 - Os gestores das empresas podem não observar viabilidade técnica e econômica e preferirem permanecer no modelo tradicional de parques industriais;
 - As empresas, usualmente, não costumam trabalhar “em comunidade”.

Ambiente externo

- Oportunidades
 - O desenvolvimento de uma metodologia adequada para o Rio de Janeiro, levando em consideração as idiossincrasias regionais;
 - Competitividade diferenciada: Maior eficiência econômica aliada a uma performance ambiental com minimização de custos;
 - Um selo de certificação do EIP pode atuar como um fator de diferenciação e competitividade e assim incentivar novos projetos;

- Disponibilidade de recursos humanos: oferta de trabalho significativa na região metropolitana do Rio de Janeiro.
- Ameaças
 - Os mecanismos e legislação existentes, como por exemplo a lei federal 9965/1999 podem desencorajar as indústrias de mensurarem os seus fluxos de materiais e resíduos de forma transparente;
 - Estratégias e metodologias que foram adotadas em outros países não necessariamente implicarão em sucesso se não levarem em conta a realidade da região;
 - A não observação do EIP como um projeto de longo prazo pode implicar no fracasso da iniciativa;
 - A promulgação do decreto 31.339/02, inicialmente uma força, virou uma fraqueza. O setor privado ficou engajado nesse programa considerando que o governo e as empresas atuariam em parceria, o que acabou não acontecendo;
 - A falta de apoio do governo e da agência pública em decorrência de mudança de gestão;
 - Escassez de subsídios e financiamentos podem desmotivar iniciativas de EIPs futuras;

2.2.Criando ecoparques no Brasil: fatores estratégicos a serem considerados

O estabelecimento de ecoparques industriais não pode ser observado como um processo de curto prazo. Posto que tais conhecimentos ainda não são populares tanto para a administração pública quanto para a comunidade empresarial, a criação de um EIP necessita de um amadurecimento que tende a ocorrer paulatinamente na medida em que seja enxergada a significância desses tipos de iniciativa. Sendo assim, a criação desses tipos de empreendimentos pode ser considerada como um projeto de longo prazo.

Tomando como referencia a evolução da TEDA, apresentada no capítulo anterior, é possível perceber algumas características importantes para a sua criação. Em ordem cronológica, elas estão organizadas da seguinte forma: (SHI; CHERTOW; SONG, 2010)

- A criação do parque industrial;
- A criação de um órgão ambiental para o parque industrial;
- A certificação ISO 14.001 para algumas empresas;

- A certificação ISO 14.001 para o parque industrial como um todo;
- O parque industrial deve divulgar periodicamente os resultados obtidos em termos de performance econômica e ambiental;
- O parque industrial se comprometer com questões de produção mais limpa (*cleaner production*);
- O órgão gestor do parque deve iniciar a formulação de um plano de desenvolvimento de um EIP;
- O EIP promover integração e benefícios para a economia local em termos espaciais, a citar zonas de economia circular ou regiões metropolitanas.

Apesar da implementação de ecoparques industriais ser algo que envolve uma série de variáveis que dependem essencialmente das particularidades de cada localidade, ainda assim é possível traçar uma série de fatores que são necessários para a iniciativa em questão, posto que as experiências observadas ao redor do globo possuem algumas convergências e divergências críticas.

No Brasil, o Programa Rio Ecopolo, um esforço considerável na difusão da simbiose industrial no país, se deparou com diversas limitações que impediram o seu desenvolvimento como o planejado. Assim como ocorreu em outros países, o caso carioca se deparou não apenas com desafios comuns para qualquer esforço nesse sentido mas principalmente com variáveis relacionadas a questões políticas e econômicas em nível nacional.

Diante desta situação, a elaboração de um framework que delineie estratégias de implementação de ecoparques industriais é uma necessidade aparente dos agentes e instituições que busquem aplicar os princípios da ecologia industrial e assim obter ganhos econômicos, sociais e ambientais. Em nível nacional, tais estratégias devem ser aplicadas de acordo com as singularidades de cada região, ou seja, deve-se estar atento para questões como a administração pública, legislação e participação da comunidade bem como fatores climáticos, geográficos e espaciais.

No caso da participação da comunidade, esta é um fator de extrema importância para a criação de um EIP, dado que o seu sucesso (ou fracasso) vai depender do engajamento (ou a falta dele) por parte de todos os *stakeholders* envolvidos. A preocupação com esses atores já pode ser observada no próprio conceito dos EIPs na visão da Indigo Development, quando se diz que este é uma comunidade de empresas produtoras de bens e serviços localizadas juntas

ou em uma propriedade em comum que buscam uma melhor performance ambiental econômica e social por meio da colaboração na gestão de questões ambientais e de recursos (LOWE, 2001).

2.2.1. A seleção dos *stakeholders*

O sucesso na implementação de qualquer tipo de iniciativa depende de uma série de fatores, dentre os quais a interação entre todos os agentes envolvidos. Todavia, o processo em questão não é dado de forma unilateral, posto que existe um fluxo de benefício mútuo para os atores envolvidos, no que se refere a sua contribuição e postura. Assim, na medida em que os objetivos de uma empresa ou instituição são concretizados, estes afetam e são afetados pelos atores que venham a estar nele envolvidos, os quais chamamos de *stakeholders* (FREEMAN, 2001; LYRA et al, 2009).

No caso dos EIPs, de acordo com a literatura levantada e discutida no início deste capítulo, os *stakeholders* compreendem o governo, por meio de suas agências industriais e ambientais e condução de suas respectivas políticas, as empresas, por meio de suas associações representativas, e a sociedade, por meio de organizações não governamentais bem como as associações de moradores e movimentos populares.

Como *stakeholder* externo, o governo pode vir a ser um parceiro significativo tanto na formação de EIPs quanto posteriormente de EINs, pois a necessidade de viabilização dos princípios de ecologia industrial para o desenvolvimento sustentável, bem como a otimização das atividades produtivas por parte das firmas via redução de custos, ganhos de produtividade e responsabilidade socioambiental, impõem uma estrutura de custos elevada, não estando necessariamente acessível e conseqüentemente atraente economicamente para empresas de pequeno e médio porte (LOWE, 2001; GIBBS; DEUTZ, 2005).

Nesse sentido, a participação governamental pode contribuir de forma significativa para o desenvolvimento ecoindustrial por meio da formulação de leis e decretos necessários para a legalidade da iniciativa em questão. Ademais, medidas de incentivo a sustentação econômica do eoparque podem estar contidas em projetos de lei que permitam não apenas incentivos fiscais como a redução do imposto sob produtos industrializados – IPI ou do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços – ICMS, como também a criação de fundos destinados ao fomento do EIP a partir da arrecadação e/ou concessão de incentivos fiscais.

Outra forma que o governo pode participar do processo é por meio de suas agências de fomento e secretarias de Estado, tais como as de Meio Ambiente, Planejamento, Administração e Indústria e Comércio. Nesse sentido, a cooperação entre tais secretarias deve ser feita de forma combinada para que o sucesso da iniciativa seja garantido. Para tal, a forma como deve ocorrer tal cooperação deve estar contida em instrumentos de planejamento econômico a citar o Plano Plurianual a partir de sua interação entre a Lei de Diretrizes Orçamentárias – LDO e a Lei Orçamentária Anual – LOA.

Dado que parte significativa das iniciativas de implementação de EIPs foram feitas com o apoio do governo, a citar o caso observado no Rio de Janeiro, estas vem usualmente sob a forma de programas e projetos. Isto pode trazer uma maior segurança para os futuros empreendedores que estejam interessados nos possíveis benefícios da simbiose industrial. Como a maturação e consolidação desses princípios, bem como os retornos financeiros não são feitos da noite para o dia, projetos e programas que contenham em seu bojo questões relacionadas à simbiose industrial e ecoeficiência devem ser considerados como projetos de longo prazo.

Uma estratégia para se conseguir viabilizar tais iniciativas por meio da participação do Estado é a de fornecer incentivo e apoio inicialmente para a simbiose entre as empresas por meio da criação de zonas de economia circular.

A evolução de uma melhor utilização dos fluxos de trocas entre matéria, energia a partir da melhor utilização de insumos e subprodutos se dá de forma gradual. Logo, o esforço inicial na execução dos programas e projetos devem estar relacionados ao incentivo da simbiose industrial, isto é, de uma melhor utilização dos resíduos industriais e demais subprodutos relacionados. Um esforço significativo neste sentido é o incentivo à utilização de materiais nos processos produtivos que propicie uma melhor reutilização e tornando assim a economia menos linear (insumo-transformação-produto-perda) e mais circular (insumo-transformação-produto-insumo) por meio da restauração e do uso de fontes renováveis de energia (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012b).

A proposta de implementar a economia circular pode vir inicialmente dos órgãos ambientais como parte de uma estratégia de gestão ambiental em nível estadual e posteriormente fazer parte de um programa em nível nacional de criação de zonas de economia circular, que tem como objetivo melhorar a produtividade e a ecoeficiência focando

na construção de uma sociedade conservadora de recursos naturais e do meio ambiente (ZHANG et al, 2010).

Na China, o *National Pilot Circular Economy Zone Program* – NPCEZP teve objetivo de, em nível de parques industriais, construir e transformar esses parques de acordo com os princípios da economia circular e assim desenvolver EIPs que pudessem incentivar outras iniciativas no país. De acordo com Zhang et al (2010), no que se refere a sua organização, o NPCEZP é coordenado pela *National Development and Reform Commission* – NDRC com a cooperação de cinco outras agências: *State Environmental Protection Administration* – SEPA, Ministério de Ciência e Tecnologia – MOST, Ministério das Finanças – MOF, Ministério do Comércio – MOFCOM e a Agência Nacional de Estatísticas – NBS, sendo que tais organizações possuem apoio de um grupo de experts para instruir tecnicamente o programa. Ademais, a MOST e a MOFCOM são responsáveis pelas *Hi-tech Development Zones* e *Economic & Technology Development Zones*, que por sua vez compreendem os parques industriais chineses.

Quanto ao processo de gestão, no caso das zonas de economia circular chinesas, este ocorre da seguinte forma e pode ser aplicado em casos semelhantes desde que sejam levadas em consideração as particularidades de cada região (ZHANG et al, 2010):

- O parque industrial faz uma requisição junto ao Departamento de Conservação Ambiental e dos Recursos Naturais – DERC, que é um departamento ligado a NDRC;
- O grupo coordenador lista todos os requerimentos e determina a lista final;
- O parque na lista deve formular um plano de NPCEZ e o submete a NPCEZP. No plano devem estar contidas as seguintes etapas: Condições básicas da área; As formas que o parque vai atingir o desenvolvimento da economia circular; os objetivos da implantação da economia circular; projetos-chave que foram estabelecidos para se atingir os objetivos; análise da viabilidade técnica e econômica dos projetos-chave; medidas de suporte para a implementação da economia circular; o auxílio que o governo deveria fornecer para facilitar a realização dos projetos-chave;
- O grupo coordenador então organiza uma discussão entre os especialistas para verificar a viabilidade do plano de NPCEZ;

- Se o plano de NPCEZ passa pela fase de argumentação, o parque pode então ser solicitado a compilar um relatório técnico entre os projetos-chave que foram propostos pelo plano de NPCEZ e submetê-lo ao grupo coordenador.

A criação de zonas de economia circular pode ser um passo significativo na criação de EIPs, posto que a não linearidade nos processos produtivos promovida pela economia circular leva a simbiose industrial, que é por sua vez um dos requisitos para a existência dos ecoparques. Nesse sentido, o governo, da mesma forma como foi observado no caso da criação de zonas de economia circular, pode promover o incentivo a simbiose industrial por meio da criação de programas de EIP.

No caso chinês, o *National Pilot EIP Program* – NPEIPP, programa responsável pela avaliação e implementação de EIPs, ficou a cargo da SEPA, onde o grupo gestor contém em sua maioria membros da SEPA, além dos oriundos do Ministério de Ciência e Tecnologia e Ministério do Comércio. De acordo com Zhang et al (2010), os procedimentos-padrão para que um parque industrial padrão passe a ser considerado um ecoparque industrial são os seguintes:

- Após o parque ter sido atendido pelas secretarias locais de ciência e tecnologia ou de meio ambiente, este deve fazer uma requisição junto ao grupo coordenador.
- O grupo coordenador atente ao requerente de acordo com as seguintes qualificações: O parque ter recebido uma promessa de atendimento por parte do governo; O parque atingiu todos as condições relevantes solicitadas pela agência governamental encarregada; O parque ter iniciativas de compartilhamento de insumos e materiais entre as suas empresas; O parque ter efetivamente cumprido leis, regulações e políticas de proteção ambiental nacionais/locais e não ter tido acidentes relacionados a poluição nos últimos três anos, bem como nenhuma empresa contida no parque ter excedido os limites de poluição; O parque ter sido ou ser implementado a partir de um relatório/estudo de impacto ambiental (EIA-RIMA) e conter a certificação ambiental ISO 14.001.
- O parque deve preparar um plano de EIP e um relatório técnico de planejamento do EIP. Um plano de EIP deve conter, mas não deve estar limitado a: Condições sociais, econômicas e ambientais da região; Um *framework* geral do plano de EIP, incluindo os principais objetivos de sua construção; Planos de desenvolvimento ecoindustrial; Plano de controle de poluentes; Projetos-chave relacionados a esses planos e análises

de custo-benefício; Sistemas de apoio ao plano de EIP, incluindo liderança, organização, políticas de suporte, sistemas de gestão ambiental, e assim por diante.

- O grupo coordenador organiza uma discussão entre os experts para verificar o plano de EIP e o relatório técnico do plano de EIP. Se o plano passa na verificação, recomenda-se a implementação do EIP. Caso contrário, o plano terá de ser adequado às sugestões impostas.

Assim como no planejamento de zonas de economia circular, tais procedimentos podem sofrer alterações de acordo com a realidade da região. No caso chinês o NPEIPP começou concomitantemente com o NPCEZP, entretanto a ordem de implementação de tais programas deve estar relacionada com a realidade social, econômica e ambiental da região a ser beneficiada. Ademais, se deve levar em consideração se tais programas tem como objetivo criar um EIP do zero (greenfield site) ou transformar um parque industrial tradicional em um EIP. No caso deste último, em sua estratégia deve conter algum tipo de contrapartida governamental, o que pode ocorrer por meio de incentivos fiscais e por uma regulação mais flexível de acordo com o porte das empresas.

Ainda no que diz respeito a formulação de planos e programas, tanto os EIPs quanto as zonas de economia circular devem estar aparados por outros programas governamentais. No caso brasileiro, isto pode ocorrer por meio de planos e programas que incentivem, regulamentam e forneçam diretrizes para a gestão dos resíduos industriais. Nesse sentido, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente e criado no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS pela Lei 12.305/2010 e regulamentada pelo decreto 7.404/2010, pode contribuir de forma significativa não apenas para a definição de critérios de avaliação dos parques industriais existentes mas também para a sua transformação em EIPs.

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2011), foram definidas diretrizes nas quais estão contidas estratégias para o tratamento dos resíduos industriais, que estão organizadas conforme o quadro 2.1. Dentre as iniciativas propostas, merece destaque a necessidade de elaboração de um inventário de resíduos, que engloba a geração de resíduos industriais perigosos e não perigosos que são oriundos, por sua vez, dos processos produtivos e não-produtivos.

A principal fonte de dados para a elaboração deste inventário são os realizados em nível estadual. De acordo com o Art. 4º da resolução CONAMA nº. 313/02, as empresas devem apresentar informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos. Tais informações devem ser registradas mensalmente, de acordo com Art. 8 da mesma resolução.

Estratégias	Diretrizes	
	Eliminação completa dos resíduos industriais inadequados ao meio ambiente	Criação de condições especiais para que as micro e pequenas empresas possam se adequar aos objetivos do PNRS no menor tempo possível
1	Implementar o Inventário Nacional para o conjunto de resíduos produzidos pela indústria a partir do Cadastro Técnico Federal (CTF) até 2014 e com atualização a cada dois anos; A criação do inventário nacional exigirá a padronização e classificação dos resíduos industriais, de atividades econômicas e do porte das empresas para permitir uma classificação precisa.	Garantir que todas as empresas geradoras de resíduos sólidos (perigosos e não perigosos) elaborem o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) até 2014; Nos PRGS deverão ser estabelecidas metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras. Devem ainda adotar medidas destinadas a reduzir o volume e a periculosidade dos resíduos sob sua responsabilidade.
2		Estimular o desenvolvimento tecnológico relacionado ao aproveitamento de resíduos da agroindústria, visando a redução de riscos da contaminação biológica e química.

Quadro 2. 1 Diretrizes e estratégias para o tratamento de resíduos industriais.

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Ministério do Meio Ambiente (2011)

Com a PNRS, o governo federal ressalta a preocupação que se tem com a gestão e externalidades proporcionadas pelos resíduos, o que incentiva uma postura mais proativa por parte da indústria. Entretanto, da mesma forma como o governo pode ser um agente impulsionador da ecologia industrial este também pode limitar o seu desenvolvimento destes tipos de iniciativas de forma significativa. De forma geral, um arcabouço jurídico demasiado rigoroso e inflexível, bem como a burocracia para a obtenção de certos tipos de certificações pode desmotivar as empresas a adotarem projetos de EIP e permanecerem sob um modelo de parques industriais tradicionais.

Uma outra preocupação por parte das empresas quanto a participação do governo está relacionada com a execução de planos, programas e projetos. Apesar de um esforço significativo no que diz a elaboração de certos tipos de programas, bem como o processo de

articulação política para viabilizá-los, existe o risco de descontinuidade na medida em que se muda a gestão pública administrativa ao longo dos anos (VEIGA; MAGRINI, 2007; VEIGA; MAGRINI, 2009; PEREIRA et al, 2007).

Apesar de tais tipos de programas serem aprovados e estarem contidos no Plano Plurianual do governo, a obrigatoriedade de execução deste por um gestor é até o primeiro ano do mandato seguinte, o que faz com que o programa, que é submetido ao plano se encontre em uma situação fragilizada do ponto de vista de sua execução na medida em que uma gestão diferente da anterior toma posse. Dessa forma, na medida em que os governos mudam, a administração dos órgãos ambientais pode geralmente ser alterada e isso faz com que muitos programas sejam descontinuados não apenas por questões políticas mas também por conta do peso deste no orçamento público em decorrência da conjuntura econômica e das prioridades governamentais (VIGNOLI, 2004; VEIGA; MAGRINI, 2009)

Diante desta situação e do conseqüente risco de descontinuidade de planos e programas, autores como Fragomeni (2005) e Veiga e Magrini (2009) recomendam que a liderança do EIP seja conduzido pelas entidades de representação industrial ao invés do governo, tais como as associações industriais locais ou federações de indústria estaduais ligadas a Confederação Nacional da Indústria – CNI, o que facilitaria uma futura interligação entre EIPs em todo o país, posto que a CNI coordena federações da indústria em todos os Estados. Todavia, o apoio do governo no que diz respeito a formulação e a validação de leis e decretos, bem como investimentos em infraestrutura logística necessários para a integração destes aos demais mercados é fundamental.

O comprometimento e a garantia de continuidade da participação governamental nos projetos de EIP podem incentivar as empresas e a comunidade a participarem ativamente da iniciativa. Nesse sentido, o planejamento de EIPs deve ser encarado como um programa contido em um plano de longo prazo, que pode ser, preferencialmente, em nível nacional. Além disso, a criação de incentivos como selos verdes e estabilidade no auxílio às empresas pode contribuir não apenas para atrair e manter as empresas no EIP em si, mas principalmente para incentivá-las a não voltarem a adotar os métodos de produção tradicionais.

Além do governo, outros *stakeholders* externos são importantes do ponto de vista de sua participação, pois o planejamento do desenvolvimento ecoindustrial envolve a interação, cooperação e criatividade entre estes agentes. Tais atores são compreendidos por líderes

executivos, planejadores locais, universidades e institutos de pesquisa, associações comerciais, residentes nas proximidades do parque bem como os envolvidos com as questões ambientais e de recursos naturais (COHEN-ROSENTHAL, 2002).

Nesse sentido, os atores envolvidos neste processo podem contribuir para iniciativas a citar novas formas de se reaproveitar e comercializar subprodutos, além de contribuir de forma significativa na seleção do local onde o parque será estabelecido levando em consideração os aspectos geográficos bem como as possibilidades de simbiose com o local.

No Brasil uma forma encontrada de se estimular o intercâmbio de subprodutos é a bolsa de resíduos promovida pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro – FIRJAN, que foi criada em 2000. De forma sintética, trata-se de uma medida que estimula o mercado de resíduos industriais por meio de uma espécie de classificados onde se encontram as empresas demandantes e ofertantes de resíduos.

De acordo com Fragomeni (2005), das 30% de empresas cadastradas em 2002, 50% destas recebiam consultas, sendo que 20% delas realizavam negócios e obtinham retorno financeiro direto de R\$20.000,00 a partir de um reaproveitamento de 90 toneladas de resíduos. Assim, a bolsa de resíduos facilita o reaproveitamento de resíduos entre as empresas e já possui empresas paulistas e mineiras cadastradas, sendo que os Estados de São Paulo, Ceará e Paraná já contam com a bolsa de resíduos.

Outra forma de apoio é a prestação de serviços de consultoria para a obtenção do *know-how* necessário para a execução de ações para atingir objetivos que possam ser estabelecidos nesse sentido. Organizações Não Governamentais – ONGs e institutos de pesquisa tem se dedicado a estudar formas de se viabilizar a simbiose industrial entre as empresas. Dentre tais instituições merecem destaque o Wuppertal Institute, a Indigo Development e a OCDE por suas pesquisas relacionadas a análise de fluxo de materiais em seus mais diversos níveis, bem como a sua possível aplicação em formas de organização industrial como os EIPs.

No caso da simbiose industrial, no Reino Unido, o *National Industrial Symbiosis Program* – NISP fornece palestras e consultoria para as empresas e órgãos governamentais que desejam aplicar a simbiose industrial. Tendo como visão mudar o pensamento vigente no mundo dos negócios, o NISP ajuda as empresas a ter um novo olhar sobre os seus recursos e é a primeira iniciativa de simbiose industrial a ser lançada em escala nacional.

As ações do NISP envolvem workshops e intermediação entre as empresas associadas para o compartilhamento de insumos, a citar o caso da KLA Plastics, que necessitava de um estoque contínuo de resíduos de plástico no âmbito da Estratégia de Gestão de Resíduos da Irlanda do Norte. Além disso, o NISP também cria metodologias para promover soluções verdes e realiza workshops para auxiliar as empresas, governos e demais instituições (NISP, 2012).

Quanto a economia circular, a Ellen MacArthur Foundation atua na difusão das possibilidades de ganhos econômicos e ambientais por meio da não linearidade dos processos produtivos. As empresas têm percebido que o método de produção linear aumenta a sua exposição a riscos relacionados a fatores como a elevação dos preços dos recursos e interrupções na oferta ao mesmo tempo em que variam de forma intensa os preços da commodities (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012b). Esta fundação foi criada em 2010 e conta com o apoio de sócio fundadores como a B&Q, BT, National Grid e Renault.

De acordo com seu relatório macroeconômico intitulado *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*, a circularidade introduz uma maior diferenciação entre a capacidade de consumo e a durabilidade dos produtos e isso é permitido porque os materiais utilizados não são tóxicos e podem ser retornados de forma segura à biosfera, seja de forma direta ou em cascata de usos consecutivos, ou seja, foram projetos para o reuso desde o início.

Um sistema circular pode render ganhos de produtividade no uso de materiais e assim render lucro para os produtores. As estratégias para se obter tais resultados apontadas pela Fundação Ellen MacArthur são as seguintes:

- *Circular Design* – melhorias na seleção de materiais e *design* de produtos;
- Modelos de negócios inovadores – com destaque para os modelos de pagamentos baseados na performance, são instrumentais para tornar mais atrativa a fabricação de produtos planejados para o reuso;
- Competências-chave ao longo dos ciclos reversos e cascatas – possibilita redução de custos, melhor qualidade na coleta e tratamento tanto para os produtores em si quanto para as *third parties* envolvidos;
- Incrementar a performance entre os ciclos e entre os setores – auxilia e proporciona maior transparência aliada a incentivos, assim estabelecendo padrões industriais para

uma melhor colaboração entre os setores. Além disso, permite o acesso a ferramentas de financiamento e de gestão de riscos, bem como as educacionais tanto para incrementar consciência geral quanto criar as habilidades necessárias para a inovação circular.

A atuação da Ellen MacArthur foundation (2012a) consiste em pesquisa e serviços de consultoria no intuito de permitir:

- Articular um modelo, um arcabouço teórico, para mudanças, imbuindo-o de conteúdo inspirador, programas educativos e comunicação;
- Ajudar a semear a economia futura com pessoas que possuam o conhecimento e as habilidades necessárias à construção de um futuro sustentável;
- Criar parcerias com empresas, apresentar exemplos do que já está sendo feito neste campo e desafiar o status quo.

Para tal, a fundação em questão trabalha com professores, estudantes, empresas em setores particularmente relevantes para a capacidade futura de uma nação operar de forma sustentável e indivíduos e organizações da mídia, tradicional e alternativa, que possam contribuir para articular e compartilhar a compreensão desse modelo de modo mais amplo na sociedade.

Sendo assim, a definição dos *stakeholders* que podem contribuir para o EIP, assim como as demais variáveis, vai depender da realidade de cada região. Na medida em que são analisadas as evidências empíricas de EIPs ao redor do planeta é verificado que cada experiência tem as suas particularidades. Conseqüentemente, os agentes necessários para o sucesso desse tipo de experiência podem depender de variáveis não apenas econômicas, mas também sociais e geofísicas, dentre outras.

Logo, recomenda-se como procedimento inicial para a elaboração de programas que visem o desenvolvimento ecoindustrial uma análise dos potenciais *stakeholders* para a iniciativa em questão. De forma abrangente, podem ser considerados como *stakeholders* externos o governo do ponto de vista da formulação, acompanhamento e execução de planos, programas e projetos; a comunidade vizinha; as universidades e institutos de pesquisa; e as ONGs, enquanto que os *stakeholders* internos podem ser caracterizados como as empresas contidas no parque e o órgão responsável pela administração do EIP que pode ser as

associações de empresas, órgãos administradores do parque, secretarias de Estado de meio ambiente, de Planejamento Econômico ou de Indústria e Comércio – ou uma administração conjunta das três. (COHEN-ROSENTHAL, 2002; HOFFMAN; PROCOPIAK FILHO, ROSSETTO, 2008).

De acordo com Cohen-Rosental (2002), a identificação e análise de *stakeholders* deve conter os seguintes passos:

- Identificar o objetivo principal da análise – preparar as definições e diretrizes levando em consideração as seguintes questões:
 - Qual é o problema que precisa de atenção?
 - Quais são os objetivos e resultados pretendidos da análise?
 - Quem são os tomadores de decisão relevantes?
 - Como os resíduos serão analisados?
- Desenvolver uma compreensão do sistema e dos tomadores de decisão – Desenvolver uma compreensão holística de como o sistema opera como um todo, quem são os principais tomadores de decisão e o que os motivam. Se deve ter em mente que os *stakeholders* são tanto os que possam trazer benefícios quanto os que são contra a iniciativa;
- Identificar os principais *stakeholders* – o método de abordagem pode ser *top-down*, o que implica que os contatos são feitos pelo líder reconhecido na área, como por exemplo o governo ou a indústria, ou por técnicas *bottom-up*, onde a população é a conexão primária com os demais *stakeholders*. Aplicar mais de um critério ou procedimento pode ampliar o alcance no processo de seleção. Alguns métodos para identificação são os seguintes:
 - A abordagem pela reputação – *brainstorms* entre os indivíduos importantes da área podem identificar grupos que possam ter um peso significativo no desenvolvimento, movimentos sociais, ou *stakeholders-chave* em projetos de desenvolvimento econômico anteriores;
 - O grupo focal – primeiramente, identificar um grupo de *stakeholder* que pratica um papel significativo no sistema pode contribuir para descobrir outros *stakeholders* que tem um relacionamento importante com o grupo focal ou com a população entrevistada e assim identificar possíveis parceiros;

- A aproximação demográfica – identificar *stakeholders* por uma série de características como gênero, etnia, idade, ocupação, religião, etc.
- Simplificar a lista de *stakeholders* – garantir não apenas que *stakeholders* importantes não sejam omitidos como também garantir que o número de *stakeholders* selecionados possa ser administrado.
- Investigar os interesses, características e aspectos circunstanciais dos *stakeholders* – considerar a estrutura do grupo. Aspectos comuns incluem:
 - O poder dos membros;
 - Hierarquia;
 - Não organização.
- Perguntar a cada grupo de *stakeholders*:
 - Quais são as posturas declaradas deles?
 - Quais são os seus objetivos declarados?
 - Quais são os seus interesses subjacentes?
 - Qual é a base deles para a compreensão de questões ecológicas e ecoindustriais?
 - Quais são os valores dominantes que guiam as suas ações? Elas são mutualmente exclusivas?
 - Eles possuem opiniões, objetivos, interesses, valores ou demais questões que possam ser identificadas nos outros entrevistados?
 - Essa situação representa grandes possibilidades para eles?
 - Eles compartilham interesses em comum a ponto de prover a base para um acordo?
 - Como pode esse grupo influenciar mudanças?
- Identificar padrões e contextos de interação entre *stakeholders* – explorar conflitos na área no passado; conduzir encontros de grupos ou entrevistas para explorar áreas como:
 - A natureza do poder e autoridade nos relacionamentos entre os grupos, particularmente as conexões com a indústria e ecologia e incluindo links horizontais e verticais:
 - Links horizontais: podem ocorrer entre grupos semelhantes dentro da comunidade e pode contribuir para a expertise em verificar a visão da comunidade, bem como as suas necessidades, visões e expectativas;

- Links verticais: podem ocorrer com grupos fora da comunidade e pode trazer expertise técnica bem como experiência política ao processo de participação.
 - Relacionamento sociocultural entre os grupos;
 - Contexto histórico;
 - Instituições legais.

Na medida em que ocorre o processo de análise e seleção dos grupos, duas perguntas que podem contribuir para a avaliação do sucesso do projeto:

- O processo de participação está funcionando?
- As abordagens de desenvolvimento ecoindustrial que você adotou estão atingindo os seus objetivos?

2.3.Sugestões para uma estratégia de desenvolvimento de ecoparques industriais no Brasil

A partir das condições geofísicas, econômicas e sociais da região, além das possibilidades de interação entre os grupos interessados, pode se determinar o tipo de modelo de desenvolvimento ecoindustrial. Na visão de Cohen-Rosenthal (2002) é possível caracterizar a maior parte das atividades ecoindustriais em quatro grupos:

- Ecoparques Industriais – utiliza o formato dos parques industriais tradicionais e co-localiza vários negócios em uma propriedade específica;
- Parque industrial transformado – converte um parque industrial existente em um sistema ecoindustrial por meio da adaptação do parque para incorporar os princípios e atividades ecoindustriais;
- Rede ecoindustrial virtual – cria links de materiais bem como outras conexões entre indústrias dentro de uma região sem relocar negócios;
- Combinação– emprega aspectos dos três tipos descritos acima.

Dado que o desenvolvimento de um EIP é, necessariamente, um projeto de longo prazo, a definição das estratégias podem variar de acordo com a forma com que o parque industrial é desenvolvido. Nas áreas onde ocorrem uma concentração industrial relativamente intensa é possível existir um interesse maior na transformação do parque em um EIP,

enquanto que o planejamento de uma experiência nesse sentido a partir do zero (*greenfield site*) pode ser mais atraente para regiões onde a concentração industrial é menor.

Particularmente no caso dos modelos de organização industrial projetados para serem EIPs desde o início, esta pode ser uma boa estratégia de desenvolvimento industrial por parte dos órgãos governamentais responsáveis, posto que tal processo vem acompanhado de arcabouço legal como leis, decretos e regulações. Além disso, tal tipo de iniciativa pode incentivar, dependendo das empresas selecionadas e das possibilidades de simbiose entre as mesmas, efeitos para trás e para frente (*backward effects* e *foward effects*) no sentido apontado por François Perroux (KON, 1999).

Mesmo assim, independente da estratégia de implementação, o planejamento do desenvolvimento do EIP deve atuar para (LOWE, 2001):

- Impactar políticas públicas em nível local e nacional para o estabelecimento de objetivos de longo prazo para uma economia mais limpa, bem como a eliminação dos materiais de maior risco de contaminação ao meio ambiente;
- Buscar políticas que encorajem a indústria a adotar um tratamento efetivo de seus resíduos, além da reciclagem de tecnologias e práticas de produção mais limpa para a redução e redesign de processos;
- Construir um centro de produção mais limpa na área central do parque para providenciar às empresas serviços e treinamento na redução do uso de materiais tóxicos bem como a separação e reciclagem dos mesmos, além de práticas de limpeza;
- Trabalhar com o governo e com a indústria para encorajar a construção de fábricas de tratamento e reciclagem de materiais perigosos. Dependendo dos casos, essa pode ser uma das estratégias-chave do EIP;
- Criar incentivos para a coleta e transporte de materiais tóxicos como medida de prevenção de despejo de forma ilegal.

Isto posto, a partir das semelhanças e divergências a partir dos casos selecionados, recomenda-se os seguintes procedimentos para o desenvolvimento de ecoparques industriais no Brasil:

- Criação de uma equipe multidisciplinar que trabalhe na gestão ambiental do polo – O primeiro passo para a elaboração do projeto é reunir profissionais das áreas da

engenharia, meio ambiente, economia, dentre outras áreas relacionadas para garantir o aspecto multidisciplinar da iniciativa;

- A identificação dos possíveis *stakeholders* – dessa forma serão verificados quais são os potenciais grupos que podem contribuir e estão interessados na simbiose industrial;
- Quantificar os fluxos de massa e de energia em termos monetários e em termos de massa, para verificar o quanto o Polo em si se aproxima ou se afasta de um modelo de EIP – tal procedimento pode ser realizado por meio da MFA. O nível da análise (macro, meso ou micro) vai depender da amplitude do parque industrial ou atividade a ser analisada;
- O Polo obter a certificação ISO 14.001;
- Criação de um ambiente propício para as trocas simbióticas a partir da criação de incentivos e fomento por parte do governo – O apoio governamental por meio de leis e decretos fornece validade para os projetos e a concessão de incentivos fiscais pode incentivar as empresas a participarem do EIP;
- Criação de firmas de suporte aos BPX entre as empresas por parte do governo ou da própria associação de empresas – na medida em que certos setores são mais competitivos que outros, algumas empresas não costumam trabalhar em comunidade e isso pode implicar em dificuldades para a simbiose industrial. Na medida em que a administração do parque construir empresas que possam não apenas intermediar o processo em questão como também fornecer serviços de consultoria para identificar as possibilidade de simbiose as firmas que compõem o EIP vão se sentir mais seguras para a troca de subprodutos e resíduos industriais.

Estabelecida uma equipe para cuidar do desenvolvimento do projeto de EIP, esta deve estar atenta, primeiramente, com todas as variáveis que compõem e se relacionam com o parque. Para tal, é importante que seja identificado os principais interesses dos stakeholders envolvidos, pois existe a possibilidade de que os conflitos de interesse e nível de engajamento dificultem o processo.

Por exemplo, leis muito severas e inflexíveis no que concerne às exigências podem desmotivar os empresários a, por exemplo, realizarem um inventário de resíduos. Por outro lado, se questões ligadas a destinação dos resíduos sólidos não estiverem devidamente explicitadas em documentos como Planos Diretores, o interesse será mínimo, já que os processos produtivos tradicionais são mais atrativos no curto prazo. Além de um arcabouço

legislativo adequado, a obtenção de informações quantitativas e qualitativas do parque industrial deve ocorrer por meio de técnicas que expressem tanto o lado produtivo quanto dos impactos ambientais causados pelas suas respectivas etapas.

Neste sentido, a análise de fluxo de materiais pode contribuir para a compreensão dos fluxos mássicos e energéticos, assim possibilitando a constatação de quais atividades possuem maior peso em termos de utilização de materiais. Da mesma forma, uma reflexão quanto a estes fluxos em termos monetários permite analisar quais relações são mais atrativas do ponto de vista econômico, além de permitir a comparação e elaboração de indicadores que contenham outras variáveis econômicas como, por exemplo, o Produto Interno Bruto – PIB, massa salarial etc.

Somente com a posse das informações quantitativas tanto em termos econômicos quanto ambientais, tornar-se-á possível a transição de um parque tradicional para um EIP. Neste sentido, um passo a ser tomado é a obtenção gradual das certificações ISO 14.000. Deve-se ter em mente que este processo deve ser gradual e com o monitoramento, que pode ser feito pelo órgão ambiental competente em nível estadual ou municipal, dependendo do caso. Essa obtenção pode ser estimulada por mecanismos de renúncia fiscal como por exemplo a isenção parcial de impostos indiretos como o ICMS e o ISS.

Outra forma de estímulo é o estabelecimento de uma certificação especial concedida pelo órgão gestor do parque, o que pode ser um fator de diferenciação dos produtos fabricados pelo polo e assim torna-los mais competitivos. A partir do momento em que todas as empresas do complexo industrial tenham a certificação ISO 14.000 a promoção do desenvolvimento ecoindustrial se torna mais fácil do ponto de vista do conhecimento da filosofia em que a ecologia industrial se baseia.

Mesmo assim, as empresas podem não se sentirem à vontade quanto as trocas de materiais e reaproveitamento de resíduos, ainda mais se estas forem do mesmo setor de atividade econômica. Isto ocorre principalmente por conta da estrutura de mercado em que as indústrias que compõem a indústria de transformação são enquadradas.

Esta estrutura é, na maioria dos casos, caracterizada por oligopólios, ou seja, um pequeno número de empresas que possuem rivalidade, diferenciação de produtos e habilidade de determinação de preços e estas variáveis se tornam cada vez mais intensas quanto menor for o número de firmas que compõem o setor, sendo que no sentido contrário o pensamento é

o mesmo, ou seja, quanto maior for o número de empresas dentro da indústria menor a rivalidade entre elas, dependendo da parcela de mercado que cada uma delas possui. Assim, uma estrutura oligopolizada pode ser uma limitação para a simbiose industrial.

Uma solução para esta questão é a criação de uma empresa destinada a compra e venda dos resíduos das empresas que compõem o parque industrial. Com isso, as empresas tem um destino certo para os seus resíduos e assim uma preocupação a menos quanto ao descarte de materiais.

Por sua vez, a empresa responsável pela promoção do BPX deve tomar o cuidado de tratar os resíduos de forma com que estes sejam enviados para as empresas em um estado que não permita a identificação da empresa em que o resíduo foi originado. Isto pode ser feito por meio de técnicas de desmonte e de reaproveitamento. Em paralelo, a empresa de intermediação e suporte deve garantir um controle da qualidade dos resíduos que sejam vendidos por ela, já que estes poderão ser reutilizados no processo de produção.

Além destes procedimentos, a estratégia de planejamento do EIP deve levar em consideração uma série de desafios que não necessariamente atuam como uma barreira e podem ser vencidos na medida em que estes são descobertos em seus estágios iniciais. Na visão de Cohen-Rosenthal (2002) tais desafios são os seguintes:

- Exclusão – Caracterizada pela falta de interesse e desdém pelo projeto, bem como outros constrangimentos;
- Diferenças de poder – A desigualdade entre membros pode suprimir a participação de certos *stakeholders* e assim comprometer o processo de colaboração;
- Relações tensas – A identificação de cada uma das possíveis conexões entre os grupos envolvidos, independente do tipo de atividade econômica a que eles pertençam, pode evitar conflitos e auxiliar na implementação da simbiose industrial no parque como um todo.
- Legitimação falsa – Existe a possibilidade deste sentimento de engajamento não ser verdadeiro ou até mesmo inexistente. Para prever esse problema deve se ter em mente os seguintes questionamentos:
 - Os *stakeholders* relevantes identificados durante a análise foram negligenciados?
 - As visões, interesses desses grupos foram incorporadas nessas decisões?

- Quais métodos foram utilizados para assegurar que tais interesses seriam atendidos?
- Terreno inconstante – Mudanças na políticas ambientais ou questões sociais podem causar efeitos significativos no processo de participação da comunidade na medida em que estes afetem o desenvolvimento ecoindustrial;
- Questões sobrepostas – Mesmo com o destaque que o projeto de desenvolvimento do EIP seja uma questão importante para a comunidade, não significa que a comunidade não tenha que lidar com outras questões que não estejam envolvidas com o projeto em questão. Consequentemente, o administrador do projeto deve estar atento para evitar uma confusão em meio a tantos interesses distintos;
- Natureza técnica do desenvolvimento ecoindustrial – Questões relativas a ecologia industrial e sua prática por meio dos EIPs não são assuntos amplamente discutidos pela sociedade. Isto posto, a educação pública em relação a esse assunto demanda não apenas o aspecto técnico mas também a expertise não-técnica.

A transformação de um parque industrial tradicional em um ecoparque, bem como o planejamento deste tipo de experiência a partir do zero, é um caminho desafiador. Antes de mais nada, estes tipos de iniciativas devem ser realizadas considerando o longo prazo. Logo, o acompanhamento por parte dos órgãos competentes deve ser constante e focado em seus objetivos iniciais. Para tal, o compliance entre os atores que serão encarregados deste processo é fundamental.

No Brasil, assim como as regiões geográficas e consequentemente as unidades da federação tem suas particularidades, os parques industriais brasileiros tem suas idiossincrasias, que são justificadas pela variedade e atuação de seus stakeholders, o que compreende desde a gestão pública até o comprometimento das empresas com o desenvolvimento regional.

O Polo Industrial de Manaus – PIM, quando observado por este ponto de vista, não é diferente dos demais complexos industriais brasileiros. Todavia, quando analisado mais de perto, este possui uma série de características e particularidades que o diferencia dos outros. Assim, as estratégias levantadas neste capítulo podem ter um grau de aplicabilidade diferente de outros parques industriais por conta da existência e ausência de algumas variáveis. Tais pontos serão discutidos no próximo capítulo.

3. O METABOLISMO DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS¹⁴

Transformar um parque industrial tradicional em um ecoparque industrial é uma tarefa ao mesmo tempo complexa e de longo prazo, dado que não apenas uma cultura pautada nos princípios do desenvolvimento ecoindustrial deve ser criada mas também deve se realizar estudos relacionados às possibilidades de se verificar as possibilidades de intercâmbio de materiais e a viabilidade econômica da iniciativa.

Nesse sentido, este capítulo tem como objetivo analisar a composição da utilização de insumos selecionados nas principais atividades do Polo Industrial de Manaus – PIM. A fim de que este objetivo fosse atingido, foram utilizadas informações de caráter secundário relativas às Tabelas de Recursos e Usos da economia amazonense – TRU/AM para o ano de 2006 e do estudo referente aos resíduos industriais produzidos pelo PIM, organizado pela Agência de Cooperação Internacional do Japão – JICA.

Este capítulo inicialmente contextualiza o Polo Industrial de Manaus – PIM para fins de apresentar a área de estudo desta pesquisa. Sendo assim, inicialmente será abordado um breve histórico e em seguida uma síntese de seus principais indicadores, baseados nas informações disponibilizadas pela Federação das Indústrias do Estado do Amazonas – FIEAM que compõem os indicadores industriais da Confederação Nacional da Indústria – CNI e da Superintendência da Zona Franca de Manaus – Suframa.

Posteriormente, ao se considerar a possibilidade de uma iniciativa de adequar o PIM aos requisitos necessários para um EIP, serão discutidas a aplicabilidade das estratégias contidas no capítulo anterior e assim será feita uma análise estratégica a partir dos pontos que potencializam ou limitam tal iniciativa.

No intuito de contribuir com esta discussão, trata-se da caracterização o metabolismo do PIM em termos monetários por meio das relações entre as principais atividades da indústria de transformação amazonense com produtos selecionados que melhor representam os recursos naturais. Tais relações serão explicitadas tanto do ponto de vista das entradas – caracterizada pela aquisição de insumos de origem estadual, interestadual e internacional – e

¹⁴A elaboração deste capítulo contou com o auxílio de Margley Correia Conceição por meio do projeto de iniciação científica PIB-SA/0018/2011, cujo título é “A participação do Valor Adicionado no Polo Industrial de Manaus no período 1985-2004”.

de saídas – descritas pelo Produto Interno Bruto – PIB do parque industrial e sua respectiva contribuição para o PIB amazonense, exportações para as demais unidades da federação e para o resto do mundo, além dos resíduos perigosos e não perigosos que são gerados pelas atividades produtivas.

De posse dessas informações, o capítulo é concluído por meio de um resumo do metabolismo do PIM, onde se ressaltam as relações que este mantém tanto em termos setoriais quanto do ponto de vista das relações com este mantém com o restante da economia amazonense, com os governos estadual e federal e com o meio ambiente.

3.1.A área de estudo: aspectos históricos e conjunturais

O Polo Industrial de Manaus – PIM foi criado pela lei 3.173 de 6 de junho de 1957 e ampliada pelo Decreto-lei 288, de 28 de fevereiro de 1967. De acordo com a Superintendência da Zona Franca de Manaus – Suframa, autarquia federal responsável pela administração do PIM, o parque industrial em questão conta com mais de 600 empresas e empregou mais de 100 mil empregos diretos e 400 mil indiretos no ano de 2008. As empresas que compõem o PIM estão organizadas em diversos subsetores de atividades, ao longo dos distritos industriais 1 e 2.

O distrito industrial 1 foi inaugurado em 30 de setembro de 1968, em uma área situada entre as terras pertencentes ao campus universitário, em aproximadamente 1.700 hectares divididos em 150 lotes, todos ocupados. Quanto ao distrito industrial 2, este surge em 1980, quando a Suframa adquire uma área de 5.700 ha, contígua a área já ocupada, para fins de expansão. Dessa área, até o ano de 2009, 1.000 ha já foram ocupados por empresas.

Uma das principais características do PIM é a concessão de incentivos fiscais, prevista até o ano de 2023, que atua em dois níveis:

- *Federal*: Imposto de Importação (redução de 80% para insumos); isenção de imposto sobre produtos manufaturados; redução de 75% do imposto de renda com base no lucro líquido; isenção do PIS e COFINS para operações realizadas dentro de Manaus;
- *Estadual*: crédito estímulo do ICMS: compensação tributária entre 55% e 100%.

Em termos históricos, o desenvolvimento do PIM e do modelo Zona Franca de Manaus – ZFM ocorre em paralelo com a da industrialização brasileira pós anos 1960 e da primeira onda de iniciativas de desenvolvimento econômico regional no país (BARBERIA; BIDERMAN, 2010; FIGUEIREDO, 2008) e pode ser dividida em cinco fases a partir de sua criação, conforme informações disponibilizadas pela Suframa e observado nos quadros 3.1 e 3.2.

A primeira fase, que marca o surgimento do modelo em questão, é caracterizada pelo regime de substituição de importações de bens finais, assim refletindo o aspecto protecionista que marcaria o processo de industrialização brasileira naquele período, que, por sua vez, era baseado no regime de tarifas *ad valorem* e na lei do similar nacional, onde um produto poderia ser importado apenas se fosse provado não haver um produto similar no país (FIGUEIREDO, 2008).

Fases	Principal Estratégia Industrial	Principais Eventos
Fase 1: 1967 – 1976		Começo da atividade industrial em setembro de 1968; Predomínio das atividades comerciais.
Fase 2: Fim dos Anos 1970 até início dos anos 1990	Política de substituição de importações e regulação do mercado	Estabelecimento de política baseada na proporção mínima de componentes produzidos internamente para a manufatura em Manaus; Estabelecimento de limite máximo para importação anual
Fase 3: a partir de 1991	Competição externa com a liberalização do mercado brasileiro	Abertura de Manaus para a competição internacional e implementação de uma nova política industrial e de comércio exterior; A política de proporção mínima de componentes produzidos internamente na atividade manufatureira foi substituída pela política de processo de produção básica (PPB) ou mínima.

Quadro 3. 1: Principais Fases do Polo Industrial de Manaus – Fases 1 a 3.
Fonte: VEDOVELLO; FIGUEIREDO, 2006

Nesse período, o maior foco era a atividade comercial, posto que não havia limites de importação de produtos (exceto para armas e munições, bebidas alcoólicas, etc.), o que

proporcionava um fluxo turístico doméstico significativo (NEVES, 2004, VEDOVELLO; FIGUEIREDO, 2006; BASTOS, 2009; BARROSO, 2010). Posteriormente, em 30 de setembro de 1968, é criado o Distrito Industrial de Manaus onde, de acordo com a Suframa (1994), suas atividades eram baseadas em CKD – *Completely Knocked Down* e SKD – *Semi Knocked Down* (produtos totalmente ou semi-desmontados) e com liberdade de importação de insumos.

A inserção de limites às importações de insumos, como reflexo da intensificação da política protecionista do governo federal brasileiro¹⁵ com o objetivo de fomentar a indústria nacional de insumos, sobretudo no Estado de São Paulo, caracteriza o início da segunda fase.

Como medida para estimular a produção de insumos nacionais no PIM, foram estabelecidos índices mínimos de nacionalização, por meio dos Decretos-Leis Nº 1435/1975 e 1455/1976, para os produtos fabricados no PIM e comercializados no Brasil. Em paralelo, foram estabelecidos limites máximos globais anuais de importação (FIGUEIREDO, 2008) e os incentivos do modelo ZFM são estendidos para a Amazônia ocidental, onde é criada a primeira das sete áreas de livre comércio¹⁶, Tabatinga-AM, no ano de 1989.

Em decorrência de tais medidas, prosperaram não apenas as firmas de montagem como também as de componentes e insumos, o que resultou em um de seus melhores desempenhos até então, com 80 mil empregos diretos e faturamento de US\$ 8,4 bilhões (SUFRAMA, 1994; NEVES; 2004, BASTOS, 2009).

As mudanças significativas no início dos anos 1990 na política industrial brasileira e seus impactos no modelo ZFM e no PIM marcam o início da terceira fase. As reformas introduzidas no governo Collor em março de 1990, caracterizadas pela Nova Política Industrial e de Comércio Exterior e a consequente abertura da economia. Tais reformas consistiram-se na eliminação das barreiras tarifárias na importação de 1.300 produtos assim

¹⁵ Nesse período, houve expansão de barreiras não tarifárias baseadas em (i) uma lista de 1.300 produtos proibidos de serem importados; (ii) todas as firmas deveriam submeter um plano anual de importações para o governo federal; (iii) o acesso aos subsídios fiscais e crédito subsidiado estava condicionado ao conteúdo doméstico em seus projetos de investimento. As importações, por sua vez, eram realizadas sob o regime de *drawback*, ou seja, feitos sob regimes especiais concedidos aos exportadores ou se eram de capital não-competitivas e de bens intermediários (PIANI et al, 2006; FIGUEIREDO, 2008).

¹⁶ De acordo com a Suframa, as áreas de livre comércio do modelo ZFM são: Tabatinga – 1989, Macapá-Santana (Amapá) – 1991, Guajará-Mirim (Rondônia) – 1991, Cruzeiro do Sul e Brasiléia-Epitaciolândia (Acre) – 1994 e Bonfim e Boa Vista (Roraima) – 2008.

como na remoção de todas as barreiras não tarifárias relevantes, além da introdução de um programa de redução das tarifas de importação para um intervalo de 0 a 40% (HAY, 1997; FIGUEIREDO, 2008).

Como reflexo de tais medidas, o setor comercial em Manaus perdeu a relevância observada ao longo das décadas de 1970 e 1980 em decorrência da perda de exclusividade das importações. Em paralelo, a política de índices mínimos de nacionalização foi substituída pelo critério do Processo Produtivo Básico – PPB (BAPTISTA, 1993; ARIFFIN; FIGUEIREDO, 2003; NEVES, 2004; NEVES, 2008; FIGUEIREDO, 2008) e as empresas foram obrigadas a implantar normas de qualidade, ou seja, obter a certificação ISO 9.000, no intuito de manter a competitividade em relação ao mercado externo. (SUFRAMA, 1994; FIGUEIREDO, 2008).

O processo de reestruturação e modernização do PIM verificado nesse período por meio da priorização da qualidade e automação proporcionou um crescimento significativo no faturamento e na produtividade do trabalho na indústria de transformação amazonense beneficiou o processo de industrialização brasileira (MOREIRA; CORREA, 1998; KATZ, 2000; FERREIRA; ROSSI, 2003; NEVES, 2008).

Todavia, os anos iniciais da nova política de comércio exterior foram, particularmente no período 1991-1993, caracterizados pelo desemprego estrutural e pelo fechamento de várias firmas do setor de componentes e de bens intermediários (SALAZAR, 2004; NEVES, 2004; NEVES, 2008).

A quarta fase compreende o período 1996-2002 (vide quadro 3.2) e pode ser descrita como um momento de adaptação não somente em decorrência do novo cenário apresentado pela abertura da economia como também da estabilidade proporcionada pelo plano real (SÁ, 2004; BASTOS; 2009; BARROSO, 2010).

Assim, de acordo com informações da Suframa, o PIM busca ampliar o foco em relação às exportações, em decorrência de sua postura mais voltada para o mercado doméstico (ARIFFIN; FIGUEIREDO, 2003), além da ênfase no fomento a inovação tecnológica, que teve como marco inicial a criação do Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM), e na maior participação da Suframa como articuladora e mediadora de interesses regionais por meio do auxílio na criação de programas de pós-graduação e eventos de divulgação como a Feira Internacional da Amazônia – FIAM.

Fases	Principal Estratégia Industrial	Principais Eventos
Fase 4: 1996 a 2002	Adaptação aos cenários de uma economia globalizada e pelos ajustes demandados pelos efeitos do Plano Real, como o movimento de privatizações e desregulamentação	<p>A inclusão da função exportação como política intencional, com objetivo de estimular as vendas externas do Polo Industrial de Manaus, que saíram de pouco mais de US\$ 140 milhões em 1996 para US\$ 2 bilhões em 2005;</p> <p>Busca de ampliação da competitividade tecnológica das indústrias de Manaus, que teve como marco inicial a criação do Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM);</p> <p>Iniciativas para criação de um Polo de bioindústrias na Amazônia que culminou com a implantação do Centro de Biotecnologia da Amazônia, inaugurado em 2002.</p>
Fase 5: A partir de 2002	Entram em vigor a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em aprofundamento da Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE); a Suframa consolida o processo de revisão do seu planejamento estratégico, em que melhor configura o desempenho da sua função de agência de desenvolvimento regional.	<p>O prazo de vigência do modelo foi prorrogado de 2013 para 2023, por meio da Emenda Constitucional n.º 42, de 19 de dezembro de 2003;</p> <p>A definição de Processos Produtivos Básicos (PPBs) para produtos fabricados no PIM é orientada pelo maior adensamento de cadeias produtivas nacionais, inclusive dos biocosméticos;</p> <p>Há um esforço das indústrias do PIM em fomentar o adensamento tecnológico do parque industrial, por meio de investimentos em institutos de pesquisa regionais, sobretudo advindos de recursos do percentual destinado à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), determinado pela Lei de Informática em vigor.</p>

Quadro 3. 2: Principais Fases do Polo Industrial de Manaus – Fases 4 e 5.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da Suframa

Os esforços em busca de maiores patamares de inovação tecnológica (FIGUEIREDO; VEDOVELLO, 2005), assim como também a expansão das exportações, retratam a quinta e atual fase do modelo ZFM e, conseqüentemente, do PIM. Nesse período, de acordo com a

Suframa, entram em vigor a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em aprofundamento da Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE).

Em âmbito nacional, os incentivos para a indústria de bens de informática são prorrogados para 2019 em todo o país, além do início das operações do sistema brasileiro de TV digital, enquanto que no modelo ZFM os incentivos fiscais são prorrogados até o ano de 2023. Quanto ao PIM, é verificado um maior esforço na orientação do adensamento da cadeia produtiva por meio dos PPBs, em paralelo com o fomento ao adensamento tecnológico por meio de institutos de pesquisas regionais voltados ao P&D.

3.1.1. Contexto panorâmico vigente – Principais setores

Ao longo da evolução do modelo ZFM, o PIM obteve desempenho significativo ao longo das 5 fases apresentadas, o que pode ser demonstrado pelo comportamento de seus indicadores de desempenho, a citar o faturamento. Tal desempenho pode ser melhor analisado a partir da participação de cada um dos subsetores de atividades que compõem o PIM, como pode ser observado no gráfico 3.1.

Entretanto, a queda de participação no faturamento não reflete uma perda do poder destas empresas no PIM, mas sim o aumento significativo do poder de outros setores, o que pode ser entendido como um reflexo do processo de modernização do polo industrial em questão verificado no início dos anos 1990, que se deu em virtude da nova política de comércio exterior promovida pelo governo Collor, além dos maiores esforços nas áreas que exigem maiores competência e inovação tecnológicas.

Tal fato pode ser verificado pelo aumento substancial na participação do setor de bens de informática, 23,98% ao longo do período 1991-2006¹⁷, o que pode ser explicado pelo aquecimento deste setor no país em decorrência não apenas da estabilidade do poder de compra promovida pelo plano real como também destes bens estarem cada vez mais configurados como bens de necessidade do que de luxo. Outro fato que pode contribuir para este desempenho é o fato de que algumas empresas do setor eletroeletrônico diversificaram a

¹⁷ Ao se considerar o período 1991-2010, o aumento da taxa de participação do setor de bens de informática no faturamento total do PIM, em média, chega a 14,92%. Esta média de crescimento é obtida a partir da média geométrica das taxas de crescimento anuais.

sua linha de produção e passaram a fabricar bens de informática, a citar os exemplos da CCE, LG e SEMP-TOSHIBA, dentre outras (NEVES, 2008).

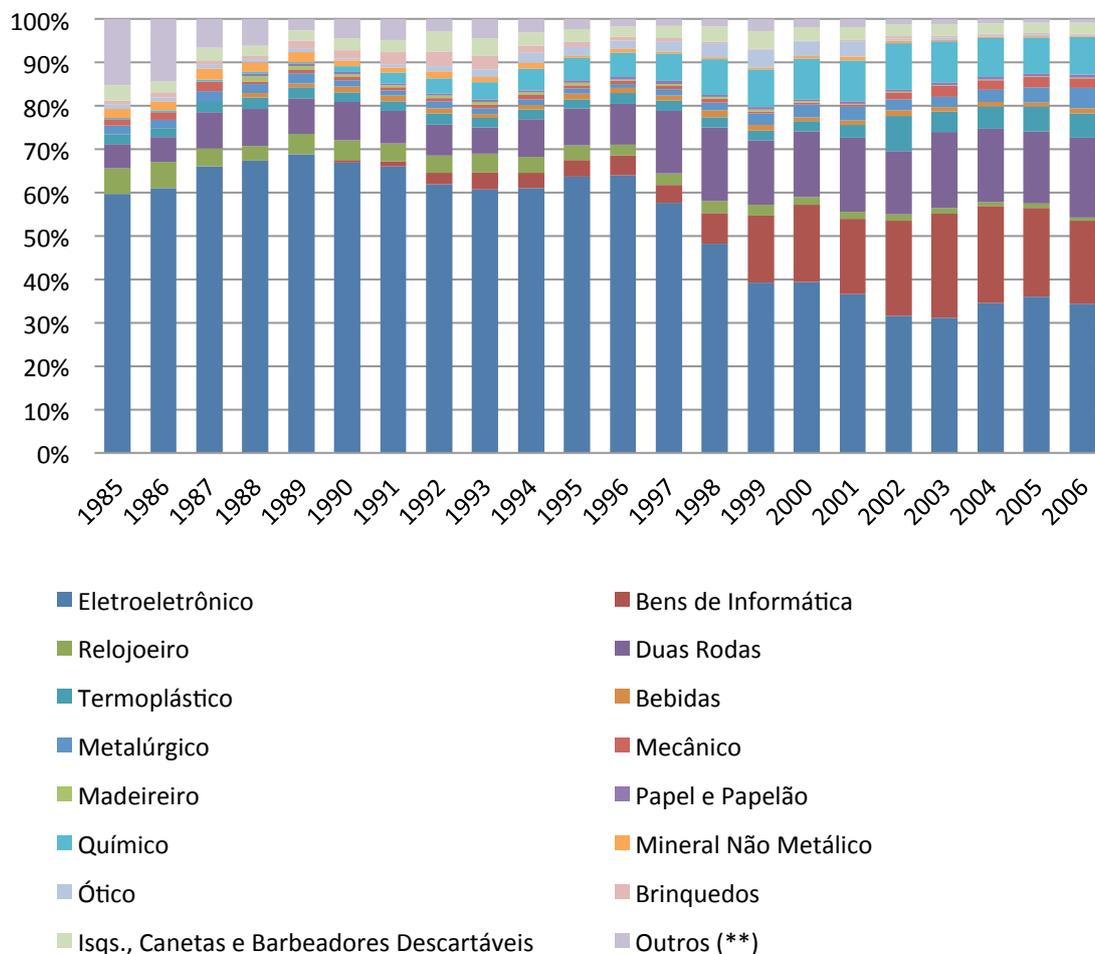


Gráfico 3. 1: Participação no faturamento do PIM por subsectores de atividades
 Fonte: Elaboração própria, com base em informações da Suframa (2011)
 *Dados até novembro

No mesmo período, outros setores que aumentaram significativamente a sua participação foram o químico, 16,55%, termoplástico, 4,83 e o de duas rodas, responsável pela fabricação de motos e bicicletas, 5,71%. Os ganhos de participação destes setores podem refletir os esforços do PIM no aumento dos índices de nacionalização, posto que os setores termoplástico e químico trabalham essencialmente com a fabricação de bens intermediários para outras empresas, como por exemplo, a construção de gabinetes para produtos de áudio e vídeo, além da fabricação de CDs, DVDs, dentre outros. No mesmo sentido, o setor de duas rodas trabalha em uma estrutura verticalizada, ou seja, é composto não apenas pelos fabricantes de bens finais como também por uma quantidade significativa de produtores de

bens intermediários para as empresas em questão, além do fato de que, a partir do período pós plano real, a utilização de motocicletas não apenas ficou mais acessível como também mais demandada como instrumento de auxílio logístico para processos de *delivery*, por exemplo.

Quanto ao emprego, em termos relativos, é verificado que os setores que tem maior participação (gráfico 3.2) são o eletroeletrônico e bens de informática, duas rodas e termoplástico, com 52%, 13% e 9%, respectivamente. Entretanto, quando se analisa os dados em termos de crescimento médio, é constatado que a participação do setor eletroeletrônico caiu 0,16% ao longo do período 1988-2006, enquanto que o de duas rodas e termoplástico obtiveram ganhos de 4,79% e 3,45%, respectivamente ao longo do mesmo período.

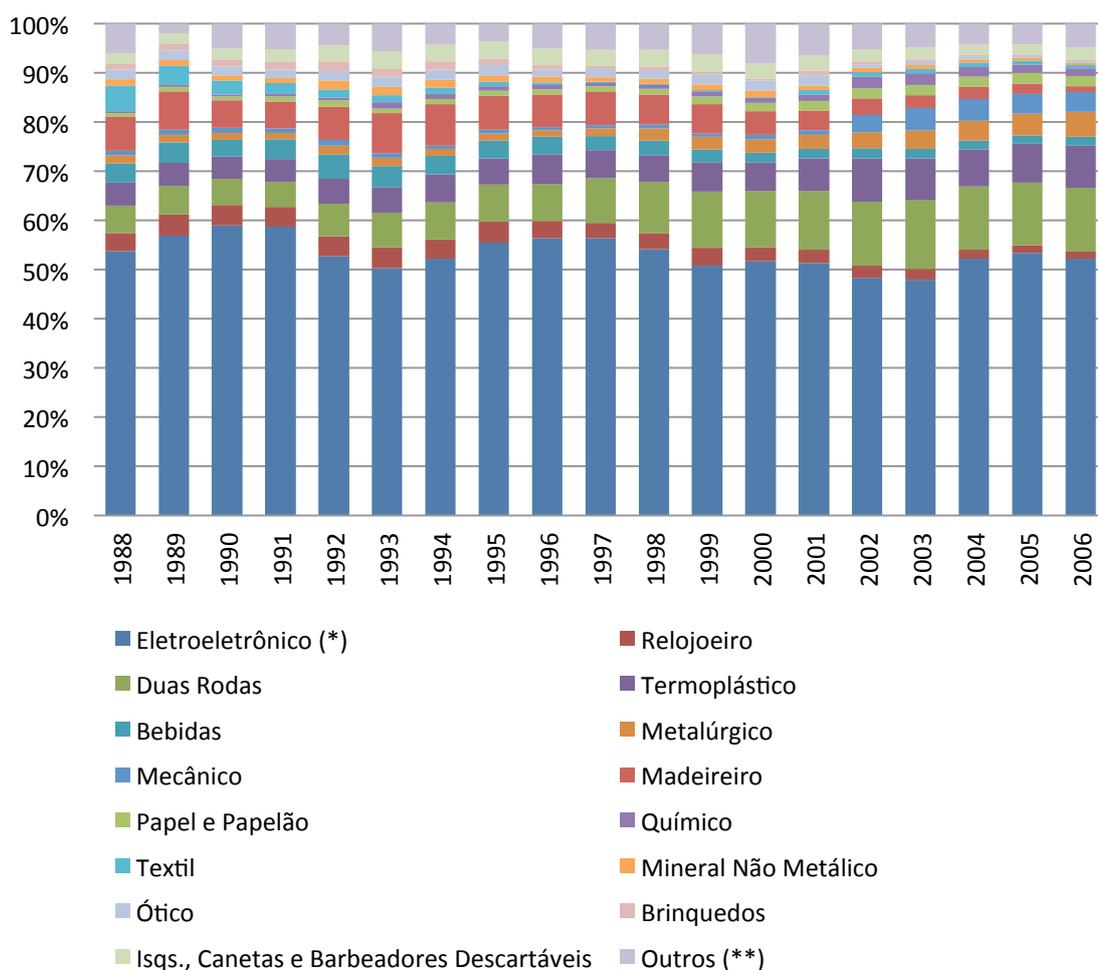


Gráfico 3. 2: Participação no emprego do PIM por subsectores de atividades

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da Suframa (2011)

*Inclusive bens de informática.

**Composto pelos subsectores Couros e Similares; Material de Limpeza; Produtos Alimentícios; Editorial e Gráfico; Mobiliário; Beneficiamento de Borracha; Naval e Diversos.

Nota: Dados médios mensais de Mão-de-obra efetiva + temporária+ terceirizada

Paralelamente, alguns setores têm aumentado significativamente a sua participação ao longo deste período, a citar o setor mecânico (8,77%), químico (8,47%), metalúrgico (6,23%) e de papel e papelão (5,90%), o que pode indicar uma tendência de consolidação destes setores nas atividades do PIM como um todo, haja vista que alguns destes setores obtiveram também aumentos pujantes no tocante a participação no faturamento, como o químico, por exemplo.

Tal tendência fica ainda mais forte na medida em que se analisam os dados de emprego em termos absolutos: ao longo do período 1988-2006 tais setores estão entre os que mais cresceram: o setor mecânico e o químico cresceram acima de 11%¹⁸, enquanto que o metalúrgico e papel e papelão cresceram, em média, 9,12% e 8,79%. Paralelamente, dentre os principais setores do PIM, o de duas rodas foi o que mais cresceu (7,65%), enquanto que o eletroeletrônico cresceu 2,55% e o termoplástico 6,27%.

3.1.1.1. Valor da Produção

O total da produção de bens e serviços considerando os bens intermediários é composto em sua maior parte pelo setores eletroeletrônico, duas rodas, químico e termoplástico, conforme se pode observar no gráfico 3.3. No caso do setor eletroeletrônico, este obteve o maior grau de participação na composição do agregado macroeconômico em questão, chegando a obter níveis de participação superiores a 50% em praticamente todos os anos do período de tempo selecionado. A exceção foi o ano de 2001, cuja participação foi de 49,52%.

A participação significativa do setor eletroeletrônico reflete seu crescimento, que foi em média 12,76%, desempenho este levemente superior ao da indústria de transformação como um todo, que foi de 12,65%. Entretanto, outros setores-chave no PIM obtiveram um crescimento médio superior ao da indústria eletroeletrônica.

De acordo com os dados da pesquisa, na medida em que o PIM passa pelas fases 4 e 5, setores como o de duas rodas e químico passam a ter uma participação maior no valor da produção, ao passo em que a dos setores eletroeletrônico e termoplástico começam a reduzir. Particularmente no caso do setor químico, este cresceu em média 37,93% e isso refletiu no aumento de sua participação no valor da produção em 22,44% no período analisado.

¹⁸ O setor mecânico cresceu 11,73% e o químico 11,42%

Paralelamente, o setor de duas rodas cresceu em média 16,26% em termos absolutos e 3,21% em termos de participação.

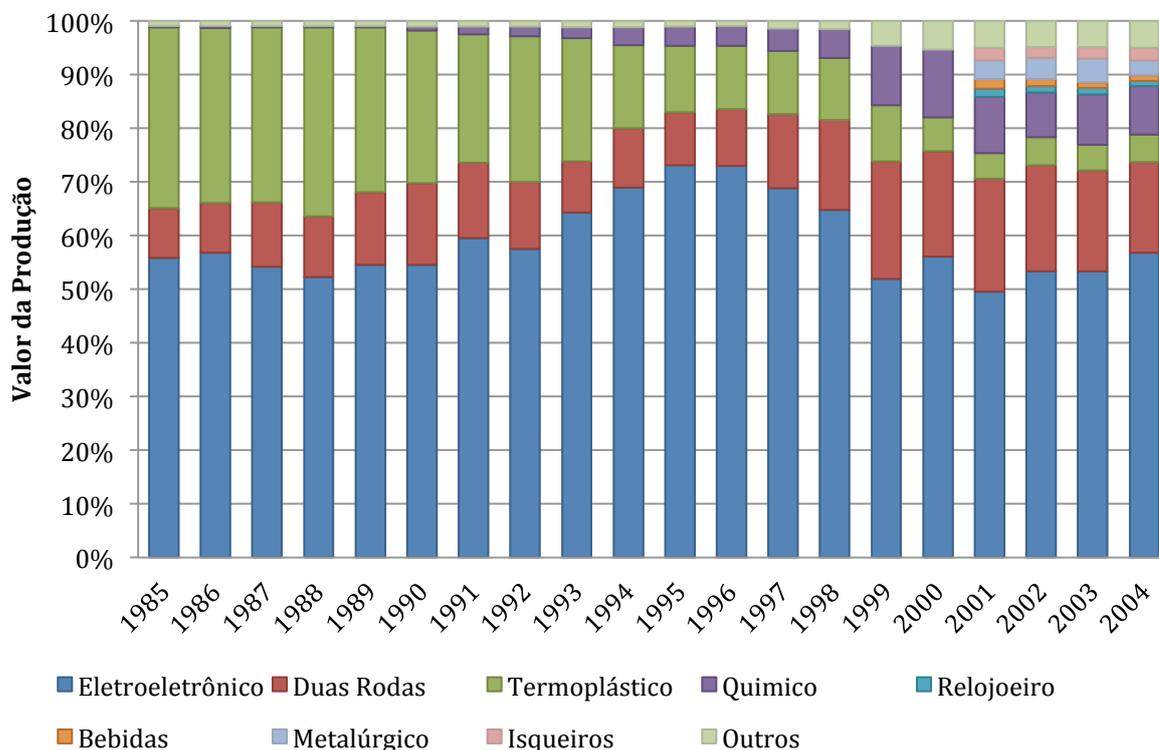


Gráfico 3. 3: Composição do Valor da Produção na indústria de transformação do AM.
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SEPLAN/AM.

Enquanto isso, os setores eletroeletrônico e termoplástico, que juntos chegavam a ter aproximadamente 80% de participação na composição do valor da produção, cresceram de forma menos do que proporcional a dos setores descritos no parágrafo anterior: 12,76% e 2,07%, respectivamente. No caso do setor termoplástico, esse desempenho acarretou uma queda de sua participação na média de 9,40%, enquanto que a participação do setor eletroeletrônico obteve um crescimento praticamente nulo de 0,09%.

3.1.1.2. Consumo Intermediário

A aquisição de insumos para a produção é uma atividade muito importante para a firma, posto que garante um nível de produção que se reverte em benefícios tanto microeconômicos, no que tange a determinação de preços e permanência na indústria, quanto macroeconômicos, posto que o maior nível de produção pode implicar em maiores

investimentos em bens de capital e, conseqüentemente, na expansão da capacidade produtiva e do Produto Interno Bruto – PIB.

Conforme é verificado no gráfico 3.4, a maior participação na composição do consumo intermediário na indústria de transformação amazonense é, pelo menos ao longo da segunda fase do PIM, dos setores eletroeletrônico, termoplástico e de duas rodas. Entretanto, diferente do que foi observado no valor da produção, a participação do setor termoplástico é mais intensa do que a do eletroeletrônico, chegando a 43,89% em 1988.

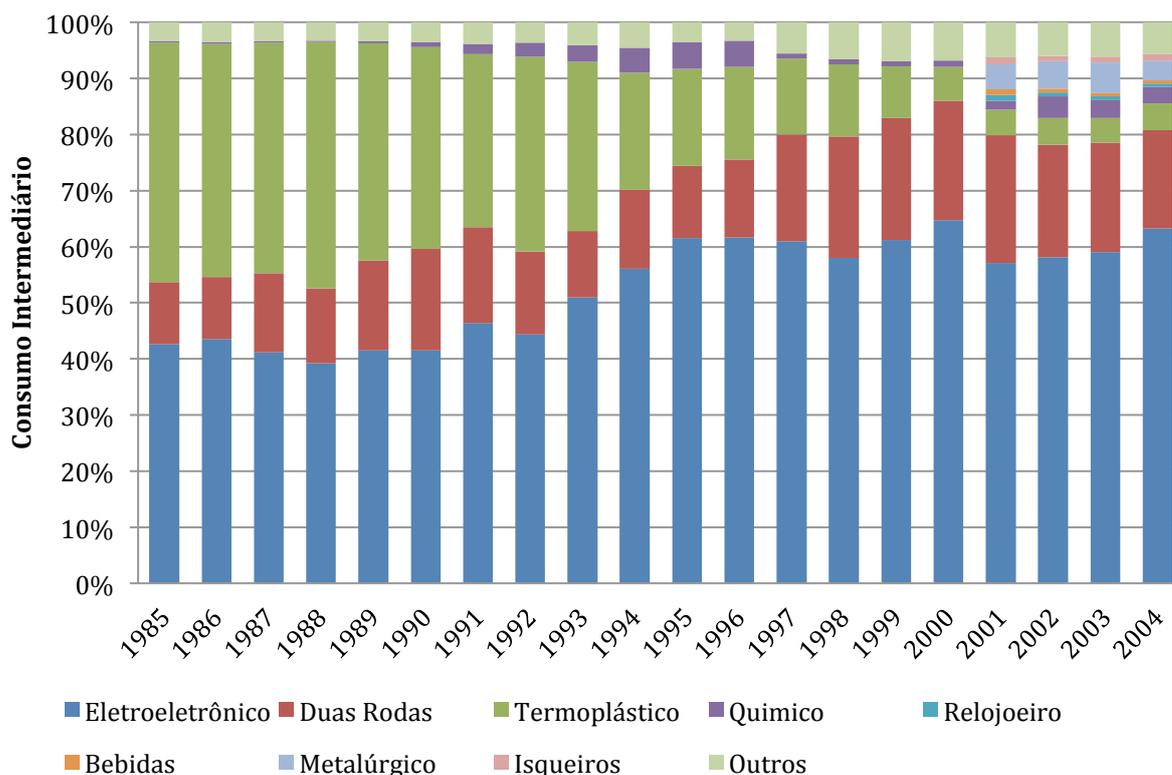


Gráfico 3. 4: Composição do Consumo Intermediário na indústria de transformação do AM.
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SEPLAN/AM.

A partir da terceira fase do PIM ou seja, a partir de 1991, o setor eletroeletrônico passa a ter uma participação maior na composição deste agregado provavelmente em decorrência da aquisição de insumos importados a partir da adoção do critério do Processo Produtivo Básico – PPB em detrimento dos Índices Mínimos de Nacionalização – IMN. Dessa forma, no período 1985-2004, o consumo intermediário do setor eletroeletrônico cresceu, em média, 13,17%, o que reflete o seu crescimento na participação em 2,10%, enquanto que as dificuldades verificadas para a comercialização de bens intermediários para alguns setores no

período de abertura da economia por meio da Nova Política de Comércio Exterior do Governo Collor podem ter se refletido no setor termoplástico, posto que este cresceu apenas 0,87% e, em consequência disto, reduziu sua participação em 10,87%.

Ainda no que diz respeito a composição do consumo intermediário, merecem destaque os setores de duas rodas e químico. A produção de motocicletas e bicicletas obteve um crescimento de 15,96%, o que pode estar ligado com a verticalização¹⁹ na produção deste setor e permitiu que sua participação aumentasse em 2,47%. Quanto ao setor químico, este foi o que obteve o maior crescimento médio na indústria de transformação como um todo tanto em termos de consumo intermediário quanto da participação na composição deste, de 29,19% e 14,16% respectivamente.

3.1.1.3. Valor Adicionado

O Valor Adicionado reflete o crescimento da atividade econômica de um determinado setor por meio do valor que foi agregado pelas etapas dos processos de produção. Assim como o consumo intermediário e o valor da produção, variações positivas neste agregado traduzem benefícios tanto para a indústria de transformação para a economia amazonense. No caso do Polo Industrial de Manaus – PIM, o valor adicionado cresceu em média 7,08% ao longo do período 1985-2004 e a sua composição pode ser observada no gráfico 3.5.

Dos setores que compõem a indústria de transformação amazonense, o eletroeletrônico é o que obteve maior destaque ao longo dos anos, sendo verificadas participações significativas, como por exemplo no período 1995-1996, onde esta chegou aos 90%. Além disso, a sua relevância é alta mesmo em períodos de dificuldade para o setor, como o período 1991-1993, onde, apesar da queda no nível de emprego em decorrência da abertura econômica, a participação no valor adicionado varia entre 82% e 84% no PIM. Entretanto, ao verificar a taxa de crescimento médio da participação deste setor no valor adicionado do PIM, é verificada uma redução de 2,43%.

A queda do setor eletroeletrônico na composição do valor adicionado começa a ocorrer de forma mais acentuada a partir de 1998, possivelmente em decorrência da crise cambial e pelo fato de que este setor depende significativamente de insumos importados.

¹⁹Particularmente na produção de motocicletas a empresa líder possui fornecedores nas proximidades, dessa forma dependendo menos da importação de insumos.

Dessa forma, a participação deste setor, que era de 81,30% em 1998, caiu para 40,23% em 1999 e isso é refletido pela queda de 82% que ocorreu nesse biênio no que tange a variação do valor adicionado em valores absolutos.

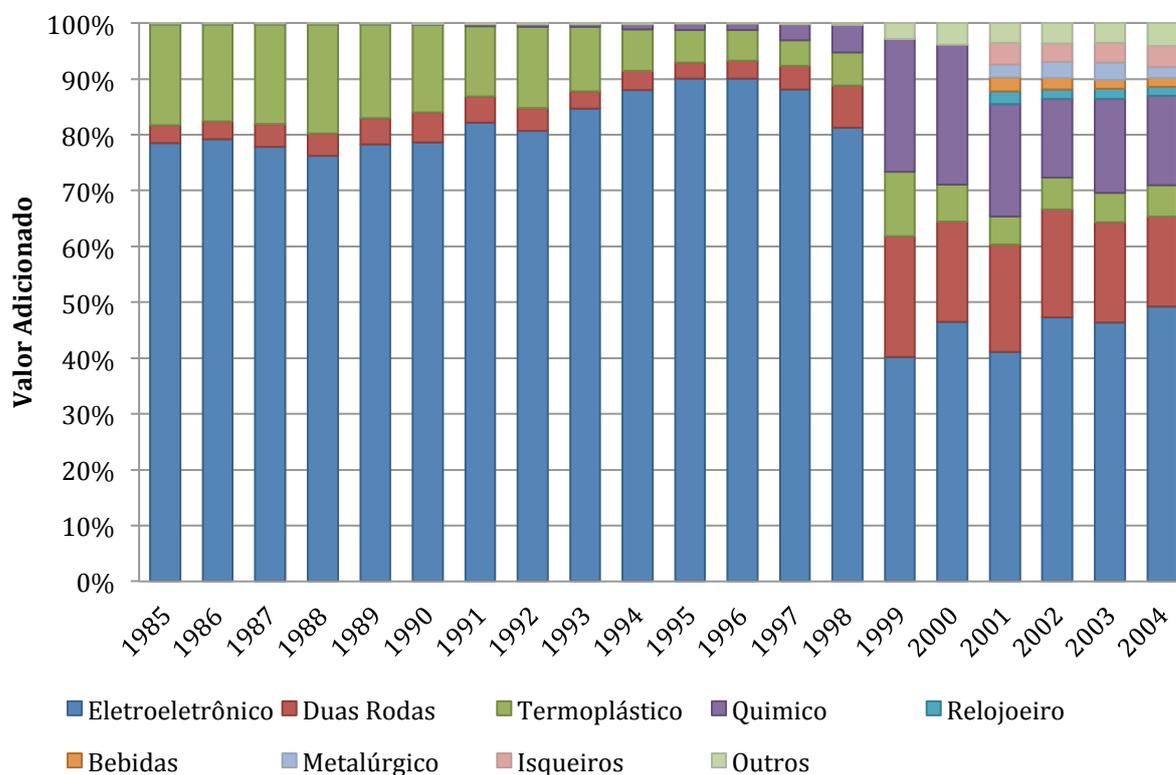


Gráfico 3. 5: Composição do Valor Adicionado na indústria de transformação do AM.
 Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SEPLAN/AM.

Em paralelo a redução da participação do setor eletroeletrônico, a partir do final da década de 1990 os setores de duas rodas e químico passam a ter uma participação mais significativa. No caso do setor de duas rodas, este cresceu 16,64% em termos absolutos, enquanto que o setor químico cresceu 43,64%, o que ressalta a relevância cada vez maior desses setores para o PIM. No que consta a participação no valor adicionado, o setor responsável pela produção de motos e bicicletas cresceu 8,93%, obtendo uma participação entre 16% e 20% a partir de 1999, enquanto que o setor químico, apesar de estar em valores absolutos bem abaixo dos verificados nos setores eletroeletrônico e duas rodas, passa a ter uma participação entre 16% e 23% nos anos 2000 e isso pode ser visto em sua taxa média de crescimento de participação: em termos relativos, esta foi de 34,13%.

3.1.2. Contexto panorâmico vigente – Indústria de transformação (PIM)

Dentre os principais setores do PIM, o eletroeletrônico e o de duas rodas são os que têm a maior participação nos indicadores de desempenho do PIM, tanto em termos absolutos quanto relativos, apesar do progressivo destaque de alguns setores como o químico, mecânico e o de papel e papelão. Nesse sentido, o valor adicionado, ou seja, o que foi agregado no processo produtivo excluindo-se os bens intermediários, desses setores é de significativa importância para o desempenho da indústria de transformação do amazonense²⁰ e, conseqüentemente, para o seu Produto Interno Bruto – PIB.

Apesar de que o processo de abertura econômica tenha proporcionado um relevante desemprego estrutural, a obrigação de busca por novos patamares de qualidade e de competências tecnológicas, além da maior flexibilidade na obtenção de insumos em decorrência do critério do PPB, proporcionou um ambiente que possibilitou não somente o aumento no valor adicionado para a indústria de transformação amazonense como um todo, conforme visto no gráfico 3.6, que cresceu, em média, 14,73% no período 1991-2004, como também garantiu a competitividade do modelo (FIGUEIREDO, 2008).

Nesse mesmo período, é observada queda neste indicador no setor eletroeletrônico a partir de 1996, fato que pode estar relacionado com o desaquecimento do setor em questão no ano de 1997 e pela crise cambial em 1998 e no início de 1999. Em paralelo, o valor adicionado deste setor, apesar da recuperação nos anos 2000, cresce em intensidade menor do que a da indústria de transformação, 10,27%, o que pode estar relacionado com os índices de nacionalização deste setor. Por sua vez, a indústria de duas rodas, possivelmente em virtude de sua estrutura verticalizada, tem crescimento do valor adicionado em intensidade superior ao da indústria de transformação, em 21,08%

Nesse sentido, ao se analisar o comportamento da indústria de transformação amazonense, ou seja, o PIM, o valor adicionado é o indicador que tem o crescimento mais pujante: ao se considerar o período 1994-2004, este cresceu, em média, 13,93%, intensidade esta maior inclusive do que o faturamento, que foi de 10,20%, conforme é observado no gráfico 3.7.

²⁰ Os dados da indústria de transformação amazonense podem ser utilizados como *Proxy* do PIM em decorrência da maior parte das empresas desse ramo se concentrar no Polo Industrial em questão.

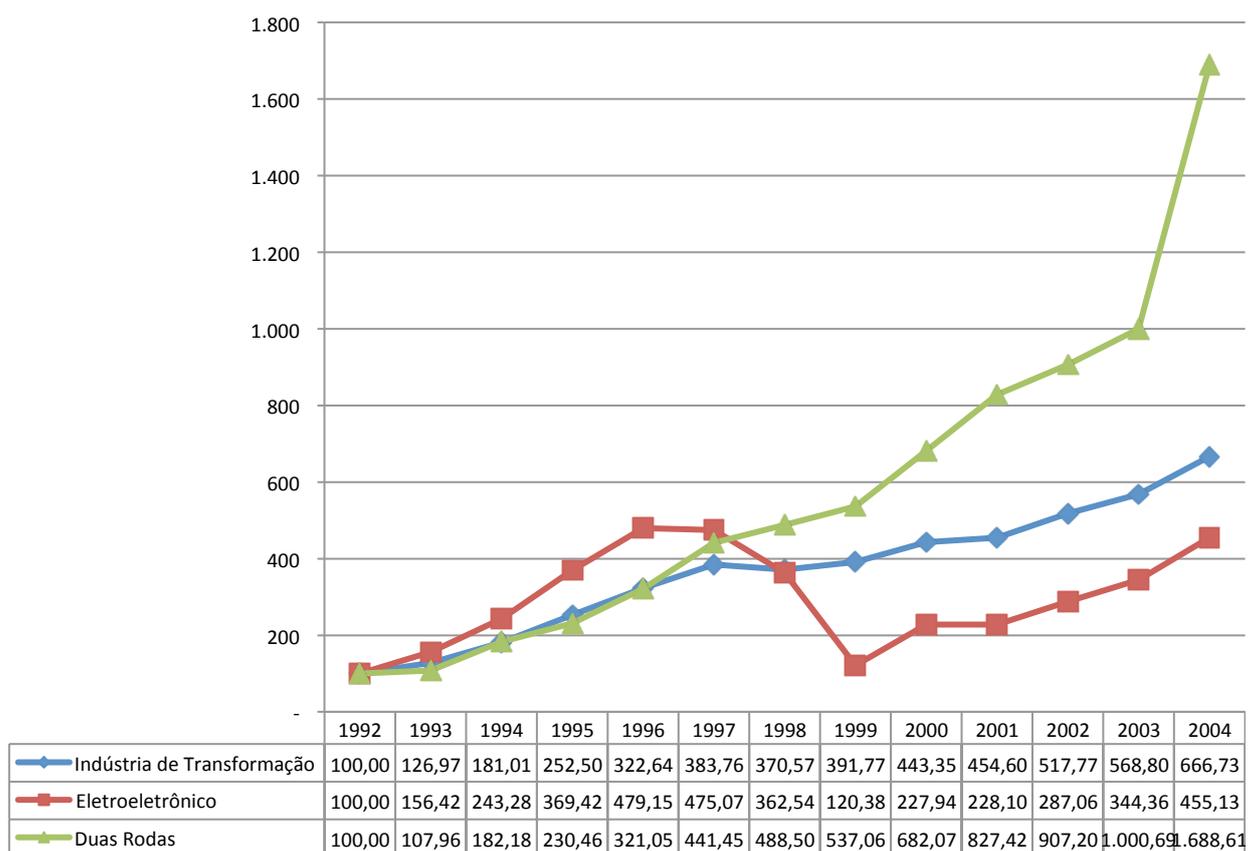


Gráfico 3. 6: Evolução do valor adicionado para a indústria eletroeletrônica, duas rodas e de transformação.

Fonte: Neves, 2008.

Nesse sentido, observa-se que o nível de emprego, explicitado neste caso pelo pessoal empregado na produção²¹, caiu em 2,08%. Uma possível explicação para tal pode estar relacionada com o breve desaquecimento do PIM no ano de 1997: a queda no faturamento normalmente vem acompanhada de redução na produção e, conseqüentemente, da utilização da capacidade instalada. Por sua vez, o pessoal empregado na produção, que estava em tendência ascendente no ano de 1996, acaba sofrendo reduções e volta a crescer na medida em que o faturamento se recupera após a crise cambial de 1998.

A relevância do PIM para a economia amazonense é significativa, posto que o desempenho do setor tem influência direta em agregados macroeconômicos, como o Produto

²¹ Segundo a metodologia adotada pela CNI para a elaboração de seus indicadores industriais, corresponde a uma parcela do Pessoal Empregado Total, que por sua vez corresponde ao número total de pessoas empregadas, com vínculo empregatício, existentes na empresa no último dia de cada mês. Devem ser incluídas as pessoas que, na ocasião da apuração, estejam temporariamente ausentes, a exemplo das pessoas em gozo de férias ou afastadas do serviço ativo por prazo não superior a 30 dias.

Interno Bruto – PIB e a Renda Per Capita do Estado. Entretanto, não existe nenhum ineditismo nisso, pois as economias modernas tem na indústria de transformação um de seus principais vetores de crescimento econômico tanto no curto quanto no longo prazo. Justamente por conta disso, em uma perspectiva mais holística do processo produtivo, fica evidente uma relação entre a produção industrial e a de resíduos: quanto maior em termos quantitativos for a fabricação de mercadorias da mesma forma ocorrerá com os resíduos.

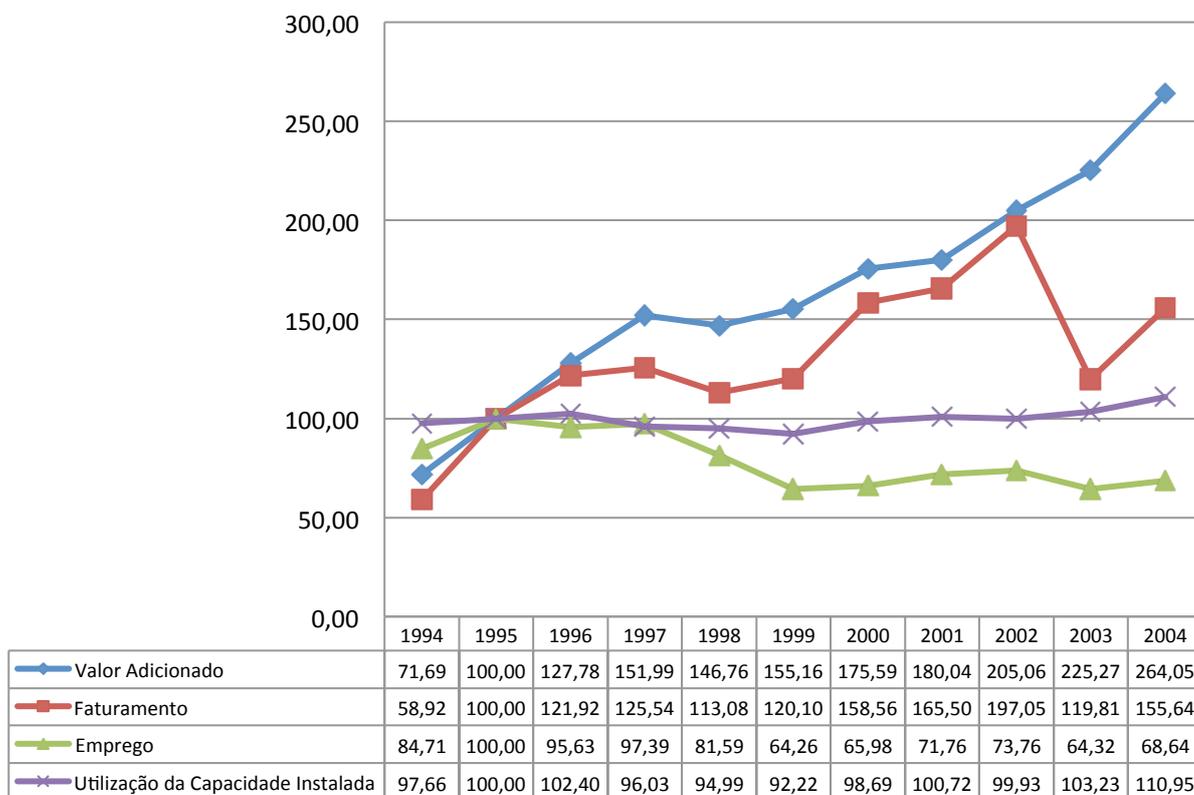


Gráfico 3. 7: Evolução do valor adicionado, faturamento, emprego e utilização da capacidade instalada para a indústria de transformação no Estado do Amazonas.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da ADE-FIEAM.

Esta relação direta entre produção e os resíduos é uma das principais justificativas para iniciativas amparadas nos princípios da ecologia industrial, o que culmina na discussão acerca de alternativas práticas de conciliar melhores graus de produtividade dos fatores de produção a uma melhor utilização dos materiais (matéria prima, materiais de embalagem e recursos naturais).

Dentre estas alternativas, o desenvolvimento de ecoparques industriais torna-se uma opção atrativa para a comunidade envolvida. No caso do PIM, localizado em meio às particularidades que a região amazônica, mais especificamente o Estado do Amazonas,

proporciona, uma experiência bem sucedida neste sentido poderá contribuir para o desempenho do parque industrial em questão, aliando maior competitividade com melhor desempenho social e ambiental por meio da utilização mais eficiente de resíduos e demais materiais.

Contudo, na medida em que se analisa as características do PIM é notado que, assim como acontece com qualquer parque industrial, existe uma série de fatores que limitam o desenvolvimento desta iniciativa de forma apropriada. Tais pontos serão discutidos na seção a seguir.

3.2.O PIM pode se transformar em um EIP? Fatores potenciais e limitadores

No capítulo anterior foram discutidas algumas estratégias para o desenvolvimento de ecoparques no Brasil. As implicações destas para o sucesso de uma experiência em específico no que tange à sua aplicabilidade depende principalmente da forma como estas são empregadas de acordo com as particularidades regionais e do parque industrial em si.

Dependendo da região, as dificuldades podem aparecer logo na hora de definir uma equipe de trabalho para a elaboração do projeto por conta da escassez de mão de obra especializada bem como pelo desconhecimento da literatura pertinente. Esta limitação pode comprometer toda a execução do projeto, pois a falta de trabalho qualificado afeta todos os procedimentos subsequentes, como por exemplo a gestão dos resíduos industriais.

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2011) , uma considerável parcela das unidades da federação não apresentam um inventário de resíduos sólidos industriais (RSI) nas normas e exigências impostas pela resolução CONAMA no 313/02²², o que implica que os Estados podem ter dificuldades de quantificação bem como a de uma normatização que permita a comparação em nível interestadual.

As dificuldades em se elaborar um inventário refletem outras questões estruturantes para o desenvolvimento ecoindustrial. A falta de uma certificação ambiental relacionada a gestão dos resíduos como as ISO 14.000 em uma firma implica em uma gestão inadequada neste aspecto. Na medida em que isto acontece com uma quantidade significativa de firmas em um parque industrial a possibilidade de se ter uma noção precisa da gestão de resíduos

²² Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

industriais do parque fica comprometida, pois o desempenho das empresas com certificação fica ofuscado pelo das que não possui na medida em que é analisado como o polo, de uma maneira geral, trata os seus resíduos.

Consequentemente, um universo pequeno de empresas que tratam de seus resíduos implica que a quantidade de informações utilizadas na elaboração do inventário pode não refletir a realidade do polo. Assim, para que se tenha informações estatísticas confiáveis o suficiente para um inventário de acordo com as exigências da resolução CONAMA nº 313/02 é necessário um papel mais atuante dos órgãos ambientais competentes.

No que concerne a gestão ambiental, as principais leis no Estado do Amazonas são (JICA, 2010):

- Constituição do Estado do Amazonas – capítulo 11;
- Lei Ambiental Fundamental do Estado (Lei 1.532/82): Trata da política Estadual Prevenção e Controle da Poluição, melhoria, recuperação e proteção dos recursos naturais;
- Decreto nº 10.028/87: Estabelece o Sistema de Licenciamento Ambiental de Potencial Impacto Ambiental;
- Lei nº 2.5013/98: Torna obrigatório o cadastro de empresas que tratam do transporte de materiais nocivos ao meio ambiente junto ao órgão estadual responsável;
- Portaria nº 1/2004: aborda o licenciamento ambiental das fontes geradoras de resíduos;
- Lei nº 3.135/07: trata da Política Estadual de Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável;
- Lei nº 1991/07: Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos e outras medidas.

Em nível municipal:

- Lei Orgânica;
- Lei nº 605/01: Código ambiental municipal;
- Lei nº 671/02: Regulamenta o Plano Diretor e Ambiental

A postura dos órgãos ambientais depende, dentre outros fatores e como dito nos parágrafos anteriores, do nível de conhecimento e qualificação da equipe responsável. Dessa forma, conhecimentos e técnicas tanto em gestão ambiental quanto em ecologia industrial permitem maior precisão na elaboração de projetos como, por exemplo, o inventário de resíduos sólidos industriais.

Um outro aspecto importante nesse sentido é que o conhecimento sobre o assunto implica que a equipe envolvida, baseada em evidências empíricas bem como de visitas técnicas aos EIPs, possam auxiliar os *stakeholders* na forma como um ambiente propício para a simbiose industrial seja criado.

No Amazonas, apesar da quantidade significativa de pesquisadores na área de meio ambiente e desenvolvimento sustentável, esta ainda é escassa quando se trata de temáticas específicas como a ecoeficiência e a ecologia industrial. A carência de profissionais relacionados a este campo do conhecimento acarreta, conseqüentemente, na carência do debate entre a comunidade empresarial e a científica e, por sua vez, na formação de uma equipe para elaborar um plano de desenvolvimento de um EIP em Manaus.

Além disso, a baixa quantidade de pesquisadores em ecologia industrial no Estado faz com que as associações de empresas e órgãos relacionados não vejam a necessidade de se investir em projetos de EIPs, o que complementa a não identificação de potenciais parceiros ou serviços de consultoria relacionados a simbiose industrial. Dessa forma, inexistente interesse dos *stakeholders* não por negligência mas sim pelo desconhecimento das possibilidades que o EIP pode trazer para o Estado.

Mesmo assim, pesquisas acadêmicas como a de Castello Branco e Mañas (2009) e Nakajima (2011) evidenciam o surgimento de que estudos nesta área e que já existe uma preocupação com as implicações ambientais das atividades produtivas do parque industrial em questão. Todavia, o estabelecimento de uma massa crítica que tenha conhecimentos específicos nesta área, ao mesmo tempo que conheçam as características e particularidades do PIM, demandam tempo e maior incentivo para as pesquisas baseadas neste campo do conhecimento.

No caso do PIM, questões relacionadas ao estudo das possibilidades de se viabilizar iniciativas de desenvolvimento ecoindustrial foram estudadas por Castello Branco e Mañas (2009) no que concerne aos EIPs e Ferreira Junior e Santana (2010) quanto à necessidade de

identificação e avaliação dos resíduos industriais no Estado do Amazonas. No que diz respeito à existência de simbiose industrial, foi verificado que uma empresa do setor metalúrgico atende demandas da indústria de duas rodas no que concerne a peças de alumínio e alumínio líquido enquanto que uma do setor papel e papelão e realiza trocas simbióticas com outras firmas (na medida em que envia caixas para embalagem e papelão este setor recebe resíduos de papel e papelão em blocos) , enquanto que o intercâmbio de água e energia é inexistente.

A simbiose industrial observada indica possibilidades de troca de materiais de forma mais intensa entre as empresas que compõem o PIM e isto pode ser observado a partir das características dos processos produtivos das firmas que o compõem. Por exemplo, as firmas do setor de papel e papelão podem se relacionar com os demais setores do PIM principalmente em decorrência do fato de que muitos produtos, para serem comercializados, dependem do papel e do papelão, seja para a composição de material de embalagem, seja para a elaboração do manual de instruções de suas mercadorias.

Esta relação pode ser uma oportunidade tanto do ponto de vista da aquisição dos resíduos de papel e papelão das empresas quanto do fornecimento dos mesmos para atividades como, por exemplo, fabricação de papel reciclado e de produtos que o utilizam como insumo tais quais os cadernos, agendas etc. A partir deste exemplo é percebido que, na medida em que surgirem estudos e pesquisas que identifique a demanda intersetorial de insumos entre os setores do parque industrial, o processo de identificação das possíveis trocas entre materiais se torna abrangente e completo, o que contribui para a justificativa de um projeto de EIP.

Todavia, a identificação de potenciais trocas e compartilhamento de insumos não é, por si só, um indicativo de que o PIM possa realizar simbiose industrial de forma espontânea. A composição de empresas Polo Industrial de Manaus são em sua maior parte multinacionais, sendo que estas são, muitas vezes, concorrentes em um ramo específico. Por exemplo, no setor eletroeletrônico temos empresas como Samsung e Nokia que são concorrentes na produção de telefones celulares, enquanto que na de duas rodas temos competição entre a Moto Honda e a Yamaha. Dessa forma é possível perceber que a estrutura oligopolizada de certas atividades que compõem a indústria de transformação no Estado dificulta a simbiose industrial, posto que esta estrutura de mercado é caracterizada sobretudo pela rivalidade entre as empresas de um setor em específico.

Por conta disso, uma solução para a promoção da simbiose entre as empresas precisa ser encontrada de forma que não haja desvantagens para nenhuma das empresas. Para tal, pesquisas relacionadas ao campo da economia industrial, particularmente que possuam como objeto de estudo a análise da concentração industrial, auxiliam o processo de identificação das possibilidades de trocas simbióticas. Dessa forma, a concentração industrial contribui para a ciência do nível de competitividade entre as empresas e assim a equipe encarregada pode propor a forma como as trocas podem ser realizadas.

Ainda neste aspecto, alguns insumos como por exemplo papel, papelão, metal, poliestireno e polipropileno são de uso comum por parte de várias empresas dos mais diversos setores. Estes insumos, bem como os seus respectivos resíduos, podem ser compartilhados entre as firmas que não são concorrentes diretas.

Mesmo considerando tais possibilidades, o compartilhamento de materiais e de energia entre as empresas do PIM, dada a característica de suas empresas-âncora, é algo que não tende a ocorrer de forma espontânea. Uma solução para tal entrave é a criação de uma empresa que dê suporte ao BPX, ou seja, a simbiose industrial. Esta empresa pode ser administrada pela Suframa, que é o órgão responsável pelo parque industrial, em conjunto com o governo do Estado.

A firma de suporte ficaria responsável pela aquisição e processamento dos resíduos a fim de que estes possam ser destinados para o reuso, assim sendo um ator importante na criação de um mercado de resíduos caracterizados pela compra e venda dos mesmos. Todavia, são necessários estímulos externos para que a existência desta empresa seja justificada. Para tal, mecanismos de compensação como isenção de impostos ou de custos de transporte e armazenagem dos resíduos podem estimular as empresas a participarem do processo.

Apesar disto, a criação de uma firma destinada ao estímulo da simbiose industrial é algo que ocorrerá na medida em que surgirem cada vez mais pesquisadores na área de ecologia industrial em conjunto com investimentos em infraestrutura e logística por parte dos órgãos responsáveis pela gestão da firma de suporte. As possibilidades de ganhos econômicos no longo prazo são significativos pois, com o tempo, o sucesso deste tipo de negócio pode acarretar na expansão de sua área de atuação para outros Estados por meio de um sistema integrado de compra e venda de resíduos industriais via internet.

Por sua vez, as contribuições da ecologia industrial estão relacionadas a caracterização dos fluxos de materiais e de energia das atividades do PIM. A Análise de Fluxo de Materiais proporciona uma visão orgânica do processo produtivo e, conseqüentemente, das transformações da matéria. Enquanto que estudos voltados à concentração industrial enfatizam aspectos relacionados a competitividade e rivalidade entre as empresas, o conhecimento dos fluxos de materiais contribui para a ciência da significância dos materiais que podem ser trocados e compartilhados.

Particularmente no que tange a análise de fluxo de materiais, a sua quantificação em termos monetários pode auxiliar tanto na identificação quanto na potencialização das relações econômicas entre as empresas, além da constatação das necessidades de materiais entre elas. Por sua vez, ao se analisar estas relações em termos de massa é possível verificar quais são os materiais mais significativos no que tange à sua utilização. No Amazonas, o surgimento de pesquisas relacionadas a estes aspectos estão se tornando cada vez mais frequentes e isto pode ser considerado um aspecto positivo considerando as limitações por conta da baixa, porém crescente, quantidade de pesquisadores em ecologia industrial.

Outra limitação para o desenvolvimento de um EIP reside no tratamento dos resíduos. A maior parte das empresas do PIM não possuem a certificação ISO 14.0001 e isto pode estar relacionado com a postura otimizadora por parte das empresas. Em uma visão estritamente econômica, uma empresa tem um comportamento otimizador na medida em que procura maximizar a produção ao passo em que minimiza os custos e aumenta a produtividade. Neste sentido, o tratamento de resíduos para a reciclagem e o reuso impõe custos adicionais para as empresas que, dependendo de seu porte, pode não estar preparada para arcar.

Iniciativas para que o PIM apresentasse um inventário de resíduos datam de 2001 por meio da Recomendação nº 003/2001 do Ministério Público do Estado do Amazonas, na qual o parque deve obter uma licença de operação e que cada uma de suas empresas apresente um inventário de resíduos. Entretanto, na ocasião, fatores como dificuldades de categorização dos mesmos bem como a falta de trabalho qualificado acarretaram na conseqüente dificuldade de classificação e posteriormente de comparabilidade tanto com os inventários de outros Estados, que seguem a categorização descrita na ABNT NBR 10.004, solicitada na Resolução nº 313 do CONAMA, quanto com inventários que viessem a ser elaborados em nível local nos anos posteriores.

Em decorrência disto, em 2010, no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi elaborado um estudo para propor soluções para a gestão de resíduos no PIM, pesquisa esta que foi realizada por meio de um acordo de cooperação técnica entre a Suframa e a Agência de Cooperação Internacional do Japão – JICA, cujo objetivo é verificar as condições da gestão de resíduos industriais do parque e contribuir para a formulação de um plano diretor de gestão de resíduos industriais.

Contudo, apesar dos esforços para a obrigatoriedade de apresentação de um inventário, de acordo com dados da Suframa referentes a gestão dos resíduos nas fabricas, 36,0 % das firmas levantadas disseram não apresentar um inventário de resíduos, o que indica que há uma falta de consciência nas fábricas sobre a gestão de resíduos (JICA, 2010). Este descaso pode estar ligado a uma visão imediatista acerca da relação custo-benefício dos investimentos necessários para a adequação das empresas quanto a gestão de seus resíduos bem como as dificuldades de classificação já mencionadas.

As deficiências observadas na gestão de resíduos industriais do PIM afetam o meio ambiente de forma nociva. De acordo com o Plano de Controle e Prevenção da Poluição Industrial – PCCI, um dos componentes do Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – PROSAMIM, a qualidade da água do igarapé do 40, localizado nas proximidades do PIM, está muito comprometida devido não apenas ao esgoto doméstico das residências em seu entorno como também por conta dos efluentes do parque industrial. De acordo com JICA(2010), a água está contaminada por metais pesados como cobre, manganês ferro, zinco, níquel, cádmio, cromo e chumbo e a concentração destes é maior do que o recomendado pela resolução nº 20/86 do CONAMA. Além disso, a incidência de lixões ilegais nos distritos industriais I e II compromete o descarte de resíduos, por exemplo, de serviços de saúde.

Portanto, os procedimentos mencionados ressaltam pontos positivos e negativos que podem contribuir para o sucesso ou fracasso em uma possível iniciativa de transformação do PIM em um EIP. Tais características ficam mais evidentes na medida em que se é realizada uma análise estratégica dos fatores internos e externos deste processo que, de acordo com o que foi discutido nesta seção, pode ser descrito da seguinte forma:

- Ambiente interno
 - Pontos fortes

- Existência, ainda que insuficiente, de algumas relações simbióticas no Polo;
 - Existência de um estudo voltado à gestão dos resíduos por parte da Suframa em conjunto com a JICA;
 - Preocupação na elaboração de um plano diretor de gestão dos resíduos por parte do órgão gestor do parque
- Pontos fracos
 - Descaso com o levantamento e tratamento de resíduos sólidos industriais por parte da comunidade empresarial;
 - Certificação ISO 14.000 existente em poucas empresas;
 - O sistema de gestão e monitoramento dos resíduos vigente é deficiente;
 - Não há um sistema de tratamento de efluentes que cubra o PIM ou a cidade de Manaus.
 - Inexistência de um banco de dados de tratamento de resíduos;
 - Falta de treinamento adequado para a gestão de resíduos;
 - Existência de lixões ilegais.
- Ambiente externo
 - Oportunidades
 - Na medida em que o levantamento de resíduos for periódico, instrumentos de planejamento ecoindustrial poderão ser executados com maior eficiência e eficácia;
 - O surgimento de pesquisadores locais em ecologia industrial pode contribuir para a criação de uma equipe multidisciplinar para elaborar um plano de transformação do PIM em um EIP;
 - O desenvolvimento de um EIP é um fator de diferenciação dos produtos fabricados pelo parque e pode tornar a indústria de transformação amazonense mais competitiva frente a outros parque industriais brasileiros;
 - Ameaças
 - Conflitos entre os objetivos de um plano de desenvolvimento ecoindustrial e as metas de lucros das empresas podem contribuir para o fracasso da experiência;

- O desconhecimento dos conceitos e da literatura limitam a percepção dos benefícios de um EIP;
- O desenvolvimento ecoindustrial pode se tornar uma experiência ainda mais difícil de ocorrer na medida em que o ritmo de pesquisas e publicações na área continue baixo ou inexistente tanto por parte da academia local quanto pelos institutos de pesquisa.
- A logística de armazenamento e transporte dos resíduos pode tornar o negócio menos atrativo;
- A relação custo-benefício pode não ser atraente para as empresas no curto prazo;

Assim, tais características mostram que o PIM ainda está longe de ser enquadrado como um BPX e conseqüentemente como um EIP. A distância do PIM em relação a um EIP pode ser observada ao se verificar a situação dos procedimentos sugeridos por esta pesquisa para a implementação do desenvolvimento ecoindustrial em um parque tradicional (capítulo 2), conforme quadro 3.3.

Procedimentos necessários	Situação
1. Criação de uma equipe multidisciplinar que trabalhe na gestão ambiental do Polo	Apesar da existência de profissionais cuidando da gestão ambiental do PIM, inexistente um grupo voltado especificamente para discutir o desenvolvimento de EIPs
2. A identificação dos possíveis <i>stakeholders</i>	Inexistente
3. Quantificação dos fluxos de massa e de energia em termos monetários e em termos de massa	Nesta pesquisa são quantificados os fluxos monetários, mas a quantificação dos fluxos de massa ainda é inexistente
4. Obtenção da certificação ISO 14.001 pelo Polo	Menos de 100 empresas do PIM possui certificação ISO 14.001
5. Criação de um ambiente propício para as trocas simbióticas a partir da criação de incentivos e fomento por parte do governo	Apesar da existência de simbiose industrial em algumas atividades (CASTELLO BRANCO; MAÑAS, 2009), ainda inexistente incentivos para a criação deste tipo de ambiente
6. Criação de firmas de suporte aos BPX entre as empresas por parte do governo ou associação de empresas	Inexistente

Quadro 3. 3: Aplicação dos procedimentos para o estabelecimento de um EIP aplicado a situação vigente no PIM.

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a situação de cada um dos procedimentos sugeridos, o PIM se distancia de um EIP sobretudo por conta da inexistência de uma equipe voltada para discutir esta questão, o que pode ocorrer devido à falta de uma política específica para tratar deste assunto. Mesmo assim, apesar do distanciamento do PIM em relação a um modelo ecoeficiente do ponto de vista do tratamento de resíduos e da simbiose industrial, os inventários de resíduos, bem como o relatório de gestão dos mesmos é um passo importante para o desenvolvimento ecoindustrial do parque industrial em questão. Todavia, para que este seja transformado em um EIP é necessário uma série de procedimentos que devem ser pensados no longo prazo.

Dentre tais procedimentos, conforme apresentado no capítulo anterior, a quantificação dos fluxos de massa e de energia em termos monetários tem destaque justificado pela necessidade de se conhecer quais são os materiais que tem maior peso dentro das atividades das firmas contidas no PIM. Nesse sentido, a técnica mais adequada para este procedimento é a análise de fluxo de materiais em nível meso por meio da mensuração dos fluxos de entradas e saídas físicas.

3.3.Uma contribuição: a caracterização do metabolismo industrial

O estabelecimento de um EIP é um processo desafiador e de longo prazo. Por conta disso, na medida em que metas são estabelecidas de forma planejada e estratégica, o desenvolvimento ecoindustrial pode ser bem sucedido. Para tal, a disponibilidade de informações quantitativas e qualitativas é crucial, posto que são estas que proporcionam os aspectos que mereçam atenção por parte da equipe envolvida.

No que tange essas informações, são de suma importância dados que descrevam aspectos econômicos do parque industrial tais quais a concentração de empresas em setores específicos, estudos setoriais e de conjuntura, além dos relacionados ao detalhamento do processo de produção.

No caso deste último, as etapas contidas na composição de mercadorias fornece informações que contribui tanto das relações econômicas quanto das ambientais. Nesse sentido, a compreensão dos fluxos de materiais é uma etapa importante para a obtenção de informações quanto ao parque industrial.

Esta significância decorre das leis da termodinâmica, cuja primeira lei tem um peso significativo. A conservação da matéria implica que a matéria utilizada nas etapas do processo produtivo nunca é destruída por completo mas sim transformada. No caso das relações industriais, o fluxo de mercadorias é dado de forma não apenas intrasetorial (relações produtivas do próprio setor) mas também intersetorial (entre todos os setores produtivos).

Por exemplo, uma cadeira de madeira não contém unicamente insumos do setor primário (no caso, a madeira). Este produto também contém pregos e parafusos do setor secundário e é vendido em uma loja (que faz parte do setor terciário). Em meio a este processo, a madeira não é utilizada em sua totalidade apenas para a fabricação da cadeira, pois o restante é destinado a produção de outras mercadorias de madeira.

Mesmo assim, a utilização da madeira não se dá por completo e resíduos são gerados. Em sua, a matéria (madeira) foi transformada em diversos produtos e em resíduos. Dessa forma, a segunda lei da termodinâmica entra em questão no momento em que o resíduo é gerado, pois este proporciona impacto ao meio ambiente de forma negativa, o que assim caracteriza a entropia, ou seja, quanto maior for o nível de poluição maior será o grau de entropia.

Por conta destas relações, a compreensão dos fluxos de materiais contribui tanto para uma melhor averiguação da forma como os materiais são utilizados no processo produtivo bem como o impacto ambiental que estes causam por conta dos resíduos industriais que são gerados. Ao se planejar um EIP, independente de sua localidade, tais informações são importantes para que se possa definir diretrizes para estimular as possíveis trocas e compartilhamento de materiais.

Por retratarem um processo produtivo, tais fluxos são caracterizados por entradas e saídas. Do ponto de vista das entradas são descritas a aquisição de matéria prima e demais insumos, que podem ser de origem local, interestadual e internacional. Por sua vez, do ponto de vista das saídas tem-se, além de agregados macroeconômicos como o Produto Interno Bruto e exportações, tem-se os resíduos oriundos do processamento das entradas.

Considerando o PIM como um parque industrial tradicional que pode eventualmente se tornar um EIP no futuro, o seu planejamento demanda informações relacionadas aos fluxos de entradas e saídas. Assim, no intuito de fornecer uma contribuição para este processo, a próxima seção deste capítulo será destinada a analisar os fluxos monetários do PIM.

Conforme ressaltado na metodologia desta pesquisa, a relevância da utilização dos produtos oriundos dos recursos naturais para as principais atividades produtivas do PIM é explicitada pela razão entre o consumo intermediário do produto e o valor da produção da atividade. Vale ressaltar que, tendo em vista que a economia amazonense é complexa no que diz respeito à interação entre as atividades e produtos dos setores primário, secundário e terciário, o valor da produção de uma atividade i (o denominador no indicador em questão) é composto a partir da contribuição de todos os produtos fabricados pelas demais atividades.

Por conta disto, os valores observados neste indicador possuem valores percentuais baixos. Isto também reflete o fato de que a maior parcela da contribuição que o consumo intermediário traz para o valor da produção é a advinda do próprio setor, o que é esperado por conta das características e mercadorias disponibilizadas por cada setor seja para o PIM, seja para qualquer outro parque industrial.

3.3.1. As entradas: a aquisição de insumos

A tabela de recursos e usos do Amazonas compreende 110 produtos e 56 atividades que, por sua vez, caracterizam as relações entre os setores primário, secundário e terciário. A partir destas, foram selecionadas dez atividades ligadas à indústria de transformação que, por sua vez, se relacionam com 16 produtos. Assim, é possível verificar não apenas a significância de cada produto nos processos de produção como também se a procedência deste é local, interestadual ou internacional.

No que diz respeito à composição da utilização de materiais no consumo intermediário na indústria de transformação é verificado que, neste setor como um todo, a utilização de materiais como produtos químicos orgânicos, produtos de metalurgia e celulose são oriundos em sua maior parte, de origem estrangeira, conforme pode ser observado no gráfico 3.8.

Por sua vez, materiais mais relacionados aos recursos naturais em si, a citar os produtos de exploração florestal e da silvicultura, bem como os minerais metálicos não-ferrosos e o uso de eletricidade, água e gás tem procedência estadual em praticamente 100%. Não obstante, a utilização dos demais materiais ligados à metalurgia (fundidos de aço, semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço, gusa e ferro ligas) bem como outros produtos de minerais não-metálicos, artigos de borracha e papel e papelão, embalagens e artefatos, possuem uma participação interestadual, ou seja, de materiais vindos de outras unidades da federação, acima de 50%.

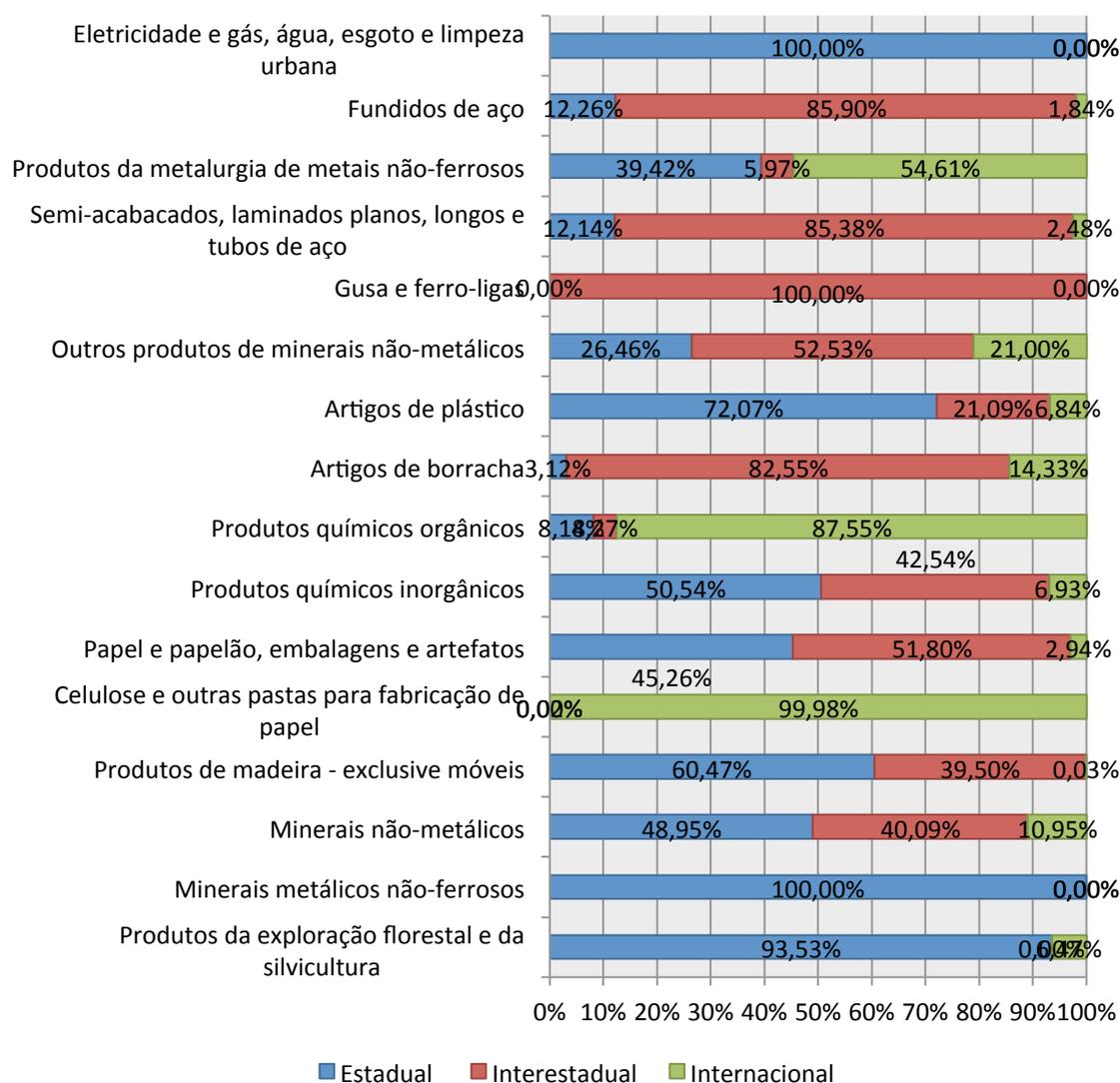


Gráfico 3. 8: Consumo intermediário por produtos selecionados.
 Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

No que diz respeito a utilização dos materiais por parte das atividades produtivas, é verificado que a utilização de eletricidade, água e gás, esgoto e limpeza urbana é a mais significativa, posto que esta representa 2,61% do total do valor da produção, conforme pode ser observado no gráfico 3.9. O segundo material mais utilizado são os artigos de plástico, cujo valor é de 1,19%, 0,34% e 0,11% em níveis estadual, interestadual e internacional, respectivamente.

Outro produto significativo para o setor em análise é papel e papelão, embalagens e artefatos, que possui uma utilização em sua maior parte interestadual, 0,51%. No caso desta atividade, a utilização de embalagens de papel e papelão tem relação direta com a produção

de bens finais da indústria de transformação como um todo, posto que a necessidade de embalagens aumenta na medida em que ocorrem acréscimos na produção.

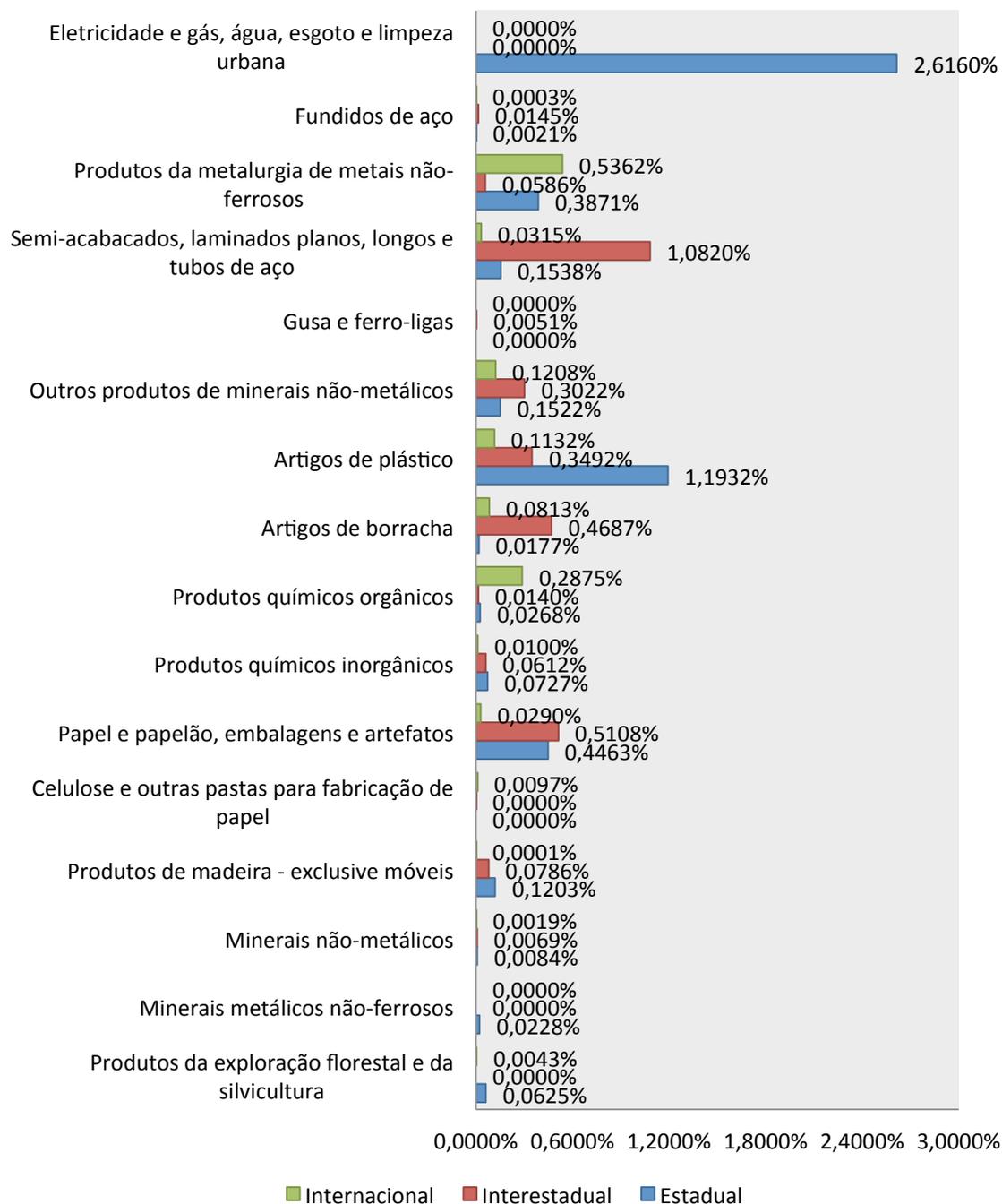


Gráfico 3. 9: Composição da utilização de materiais no valor da produção da indústria de transformação. Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

Em paralelo, é verificado que a utilização de celulose e outras pastas para a fabricação de papel por parte do PIM não é significativa dado que esta não chega a 1%, o que pode

refletir o fato de que o parque industrial em questão importa celulose de outros países e de outros Estados. A utilização de materiais por parte das atividades que compõem a indústria de transformação amazonense pode ser explicada de forma mais precisa na medida em que são analisados o consumo intermediário de forma setorial.

Nesse sentido, ao se levar em consideração a participação do consumo intermediário no valor da produção da indústria de transformação como um todo, se pode verificar que os setores material elétrico e equipamentos de comunicações, outros equipamentos de transporte e materiais de escritório e equipamentos de informática possuem a maior participação, conforme a tabela 3.2.

Posição	Setor	Participação dos setores no valor da produção da indústria de transformação (%)
1	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	33,76%
2	Outros equipamentos de transporte	18,29%
3	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	9,35%
4	Alimentos e Bebidas	8,78%
5	Jornais, revistas, discos	4,70%
6	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	3,04%
7	Artigos de borracha e plástico	2,27%
8	Produtos farmacêuticos	1,84%
9	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,71%
10	Móveis e produtos das indústrias diversas	1,69%

Tabela 3. 2 : Participação dos setores no valor da produção da indústria de transformação
Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

Isto posto, a composição do consumo intermediário dos produtos destes três setores nas atividades relacionadas a indústria de transformação como um todo, de acordo com o gráfico 3.10, reflete um peso significativo em nível estadual, posto que este compreende mais de 50% do agregado macroeconômico em questão. Em paralelo, a aquisição de insumos internacionais é algo presente nas atividades em questão, posto que este compreende 49,67% no setor de material eletrônico e comunicações e 28,09% do setor de materiais para escritório e equipamentos de informática, fato este que pode estar ligado as características destes setores no que diz respeito a dependência de material importado. Já no setor de outros equipamentos

de transporte 29,64% de seu consumo intermediário é adquirido de outras unidades da federação, sendo o único dos três setores que possuem esta característica.

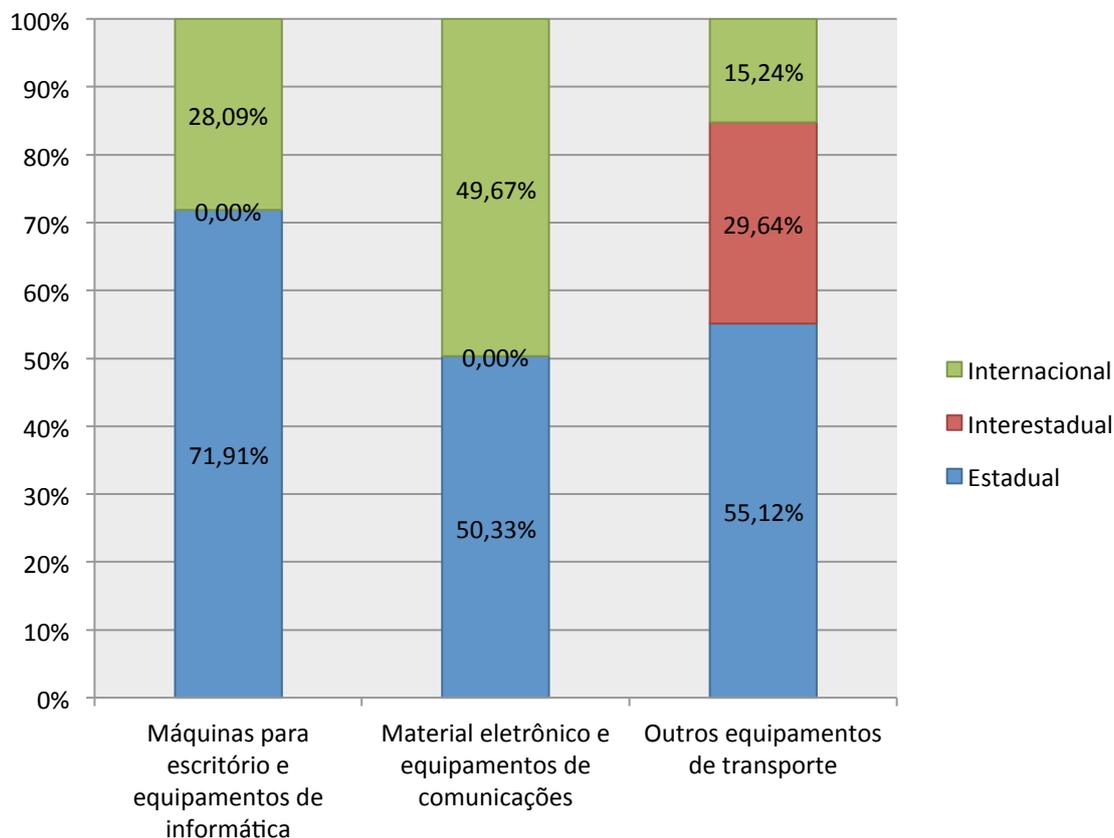


Gráfico 3. 10: Composição do consumo intermediário nos produtos das três atividades mais significativas do PIM.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

O setor de material elétrico e equipamentos de comunicações, conforme pode ser observado no gráfico 3.11, possivelmente em decorrência de suas atividades produtivas depender em grande parte de insumos importados oriundos do próprio setor, apresentou abaixo de 2% no que diz respeito a composição da utilização de materiais no valor bruto da produção do setor em questão. Dentre os recursos naturais mais utilizados, é verificado que a utilização de eletricidade e água apresenta o maior valor, 1,81%, sendo que a utilização deste é inteiramente de origem Estadual.

Por sua vez, a utilização de materiais metalúrgicos por parte deste setor de mostrou-se abaixo de 1%. Nesse sentido, a utilização de semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço depende de insumos internacionais e interestaduais (0,06% e 0,13% respectivamente). Já a utilização de outros produtos de minerais não-metálicos, que de acordo com a CNAE 1.0

corresponde a fabricação de vidro, produtos cerâmicos bem como o aparelhamento e outros trabalhos em pedras, e oriundo em sua maior parte do resto do mundo (0,5%). Tal comportamento no que concerne a utilização bem como a origem também é observado nos artigos de plástico, de borracha e papel e papelão, cujos insumos são interestaduais e internacionais.

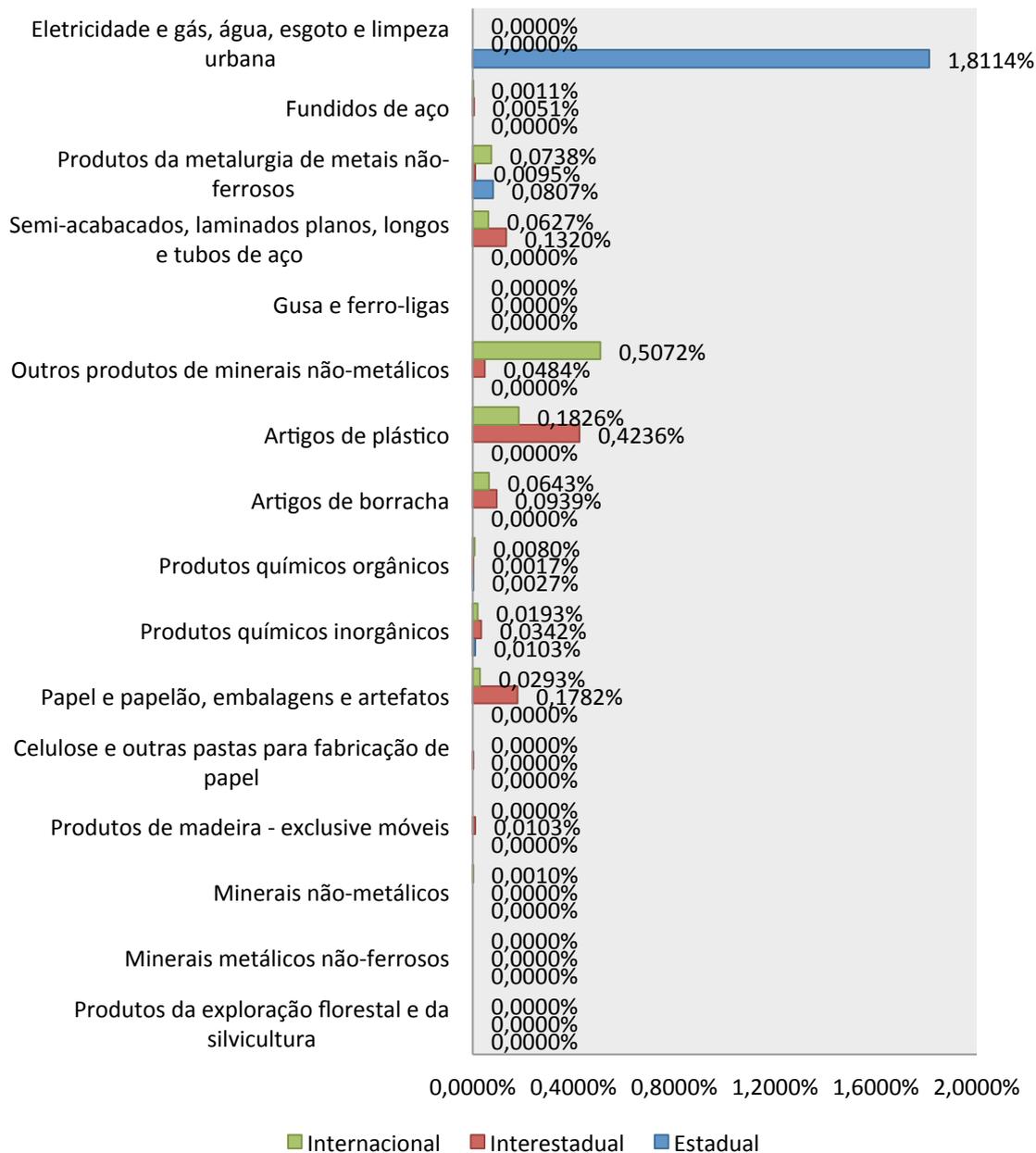


Gráfico 3. 11: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de material elétrico e equipamentos de comunicações.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

A baixa utilização destes materiais por parte do setor em questão ressalta que os insumos utilizados nos processos produtivos são em sua grande parte compostos por bens intermediários oriundos do próprio setor, tais como componentes em geral, placas, dentre outros que vem do resto do mundo e da própria região, o que de certa forma reduz a necessidade de materiais como os citados no parágrafo anterior. Diferentemente deste setor, o de outros equipamentos de transporte, que compreende a fabricação de motocicletas, possui uma utilização de insumos regionais maior, conforme pode ser observado no gráfico 3.12.

Em termos interestaduais, as atividades relacionadas a fabricação de outros equipamentos de transporte possui uma dependência de insumos relacionados a siderurgia. Isto posto, a utilização de laminados de aço compreende 2,74% do valor da produção deste setor. Por outro lado, os produtos de metalurgia de metais não-ferrosos, que compreende a extração de minério de alumínio (bauxita), estanho, manganês, metais preciosos, minerais radioativos, cobre, chumbo, zinco, etc., tem um peso relativamente menor, menos de 1% tanto em nível estadual quanto interestadual e internacional.

Ainda em âmbito interestadual, a utilização de artigos de plástico e de borracha compreende 0,66% e 1,93%, respectivamente, enquanto que em termos internacionais é verificado um peso relativamente menor: 0,12% e 0,31%. Tal fato pode estar ligado a estrutura verticalizada da produção de motocicletas, o que permite um intercâmbio de insumos entre as demais unidades da federação e uma utilização maior de insumos estaduais, como o caso dos artigos de plástico, cujo valor foi de 2,25%. No que concerne aos insumos oriundos do resto do mundo, a utilização de produtos químicos orgânicos como corantes, pigmentos orgânicos de ordem animal, vegetal ou sintética, além de solventes orgânicos, plastificantes, ácidos graxos e outros compostos orgânicos, possui um peso maior, 0,87% quando comparado a utilização interestadual e estadual.

Por sua vez, de acordo com o gráfico 3.13, o setor de máquinas para escritório e equipamentos de informática possui comportamento semelhante ao de materiais elétricos e equipamentos de comunicações no que se refere aos materiais utilizados. Assim como foi observado no setor responsável pela fabricação de produtos eletroeletrônicos, o insumo utilizado com maior intensidade foi eletricidade e água, em 1,90%. Por outro lado, a fabricação de computadores e demais bens de informática possui uma dependência maior de insumos Estaduais, no que concerne a utilização de artigos de plástico (0,80%) e de papel e papelão (0,39%).

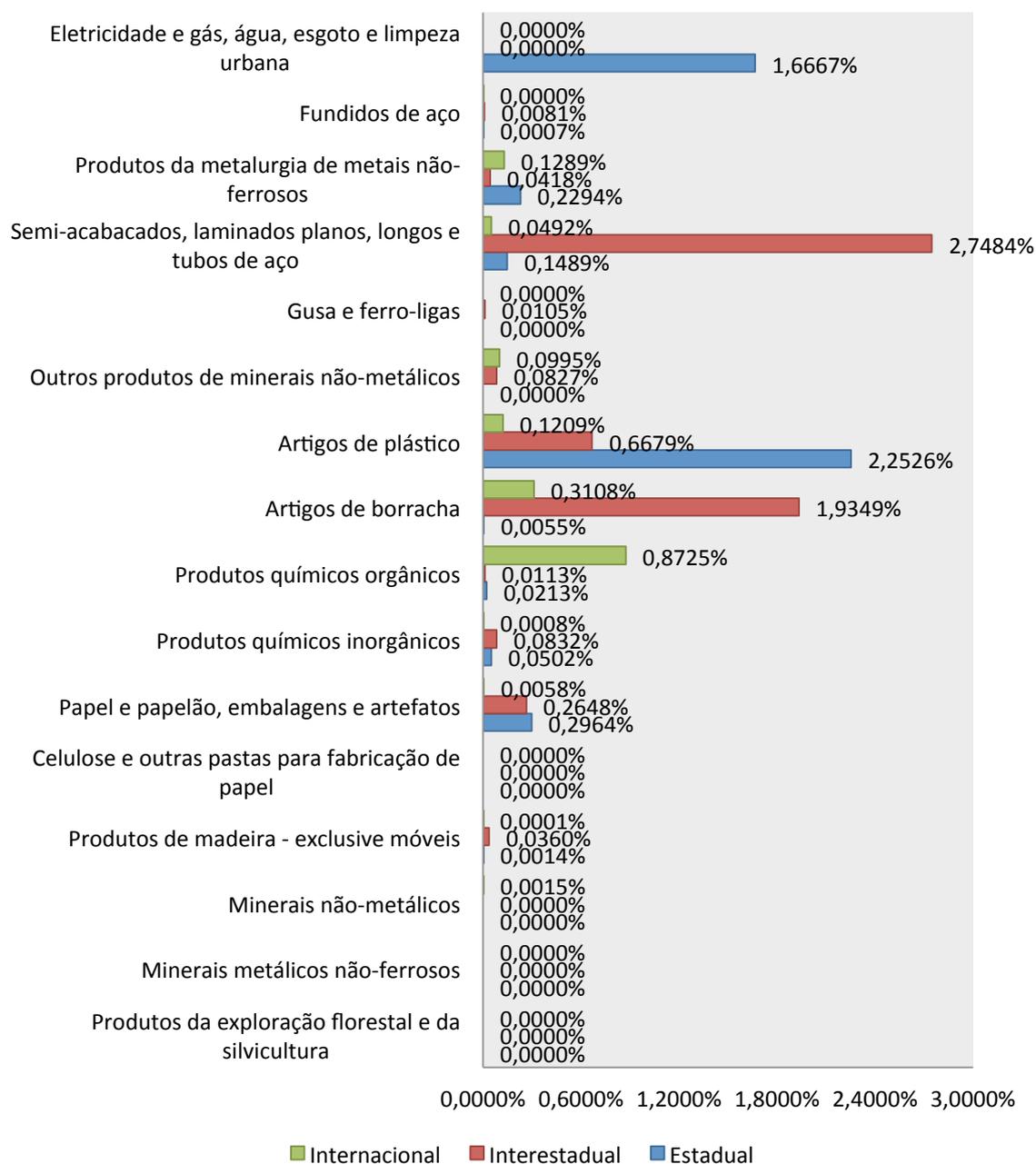


Gráfico 3. 12: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de outros equipamentos de transporte.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

A contribuição dos materiais selecionados abaixo de 3% para os três principais setores da indústria de transformação amazonense pode estar ligada não apenas as características das próprias atividades (que dependem menos de recursos em seu estado mais natural), mas também por conta das relações intersetoriais entre eles. Dessa forma, as semelhanças no que concerne a utilização de insumos entre as atividades relacionadas a produção de materiais

eletrônicos e equipamentos de comunicações e máquinas para escritório e equipamentos de informática é refletida pela interdependência destes setores.

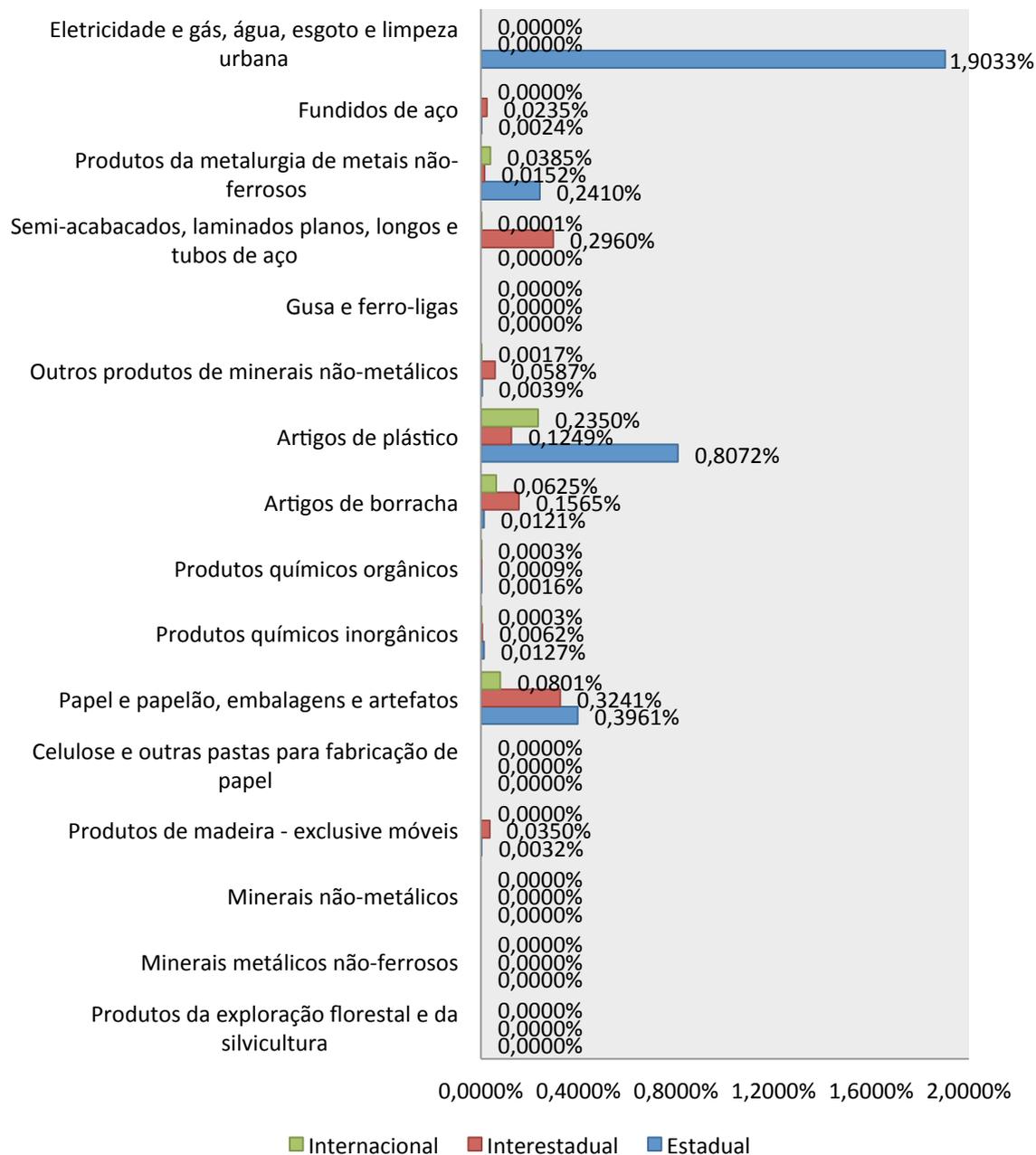


Gráfico 3. 13: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de máquinas para escritório e outros equipamentos de informática.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

Apesar de o setor eletroeletrônico possuir uma dependência de materiais de forma mais intensa em termos intrasetoriais, ainda sim é verificado que este possui um nível de dependência de menos de 1% dos demais setores, conforme pode ser observado no gráfico 3.14.

Tal aspecto intrasetorial também é observado nas atividades relacionadas a fabricação de outros equipamentos de transporte, com o diferencial de que este utiliza mais materiais de origem interestadual em 6,43% e internacional em 3,51%, de acordo com o gráfico 3.15.

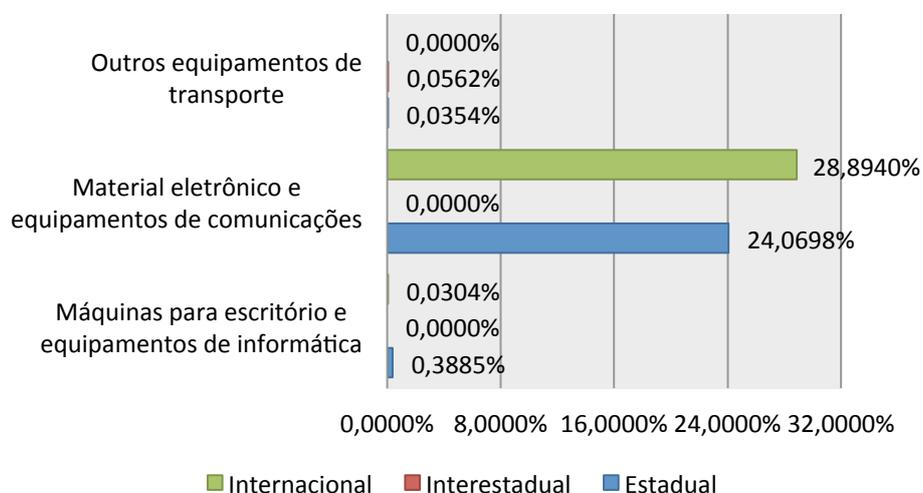


Gráfico 3. 14:Relações intersetoriais e intrasetoriais entre as três principais atividades da indústria de transformação no setor de material elétrico e equipamentos de comunicações.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

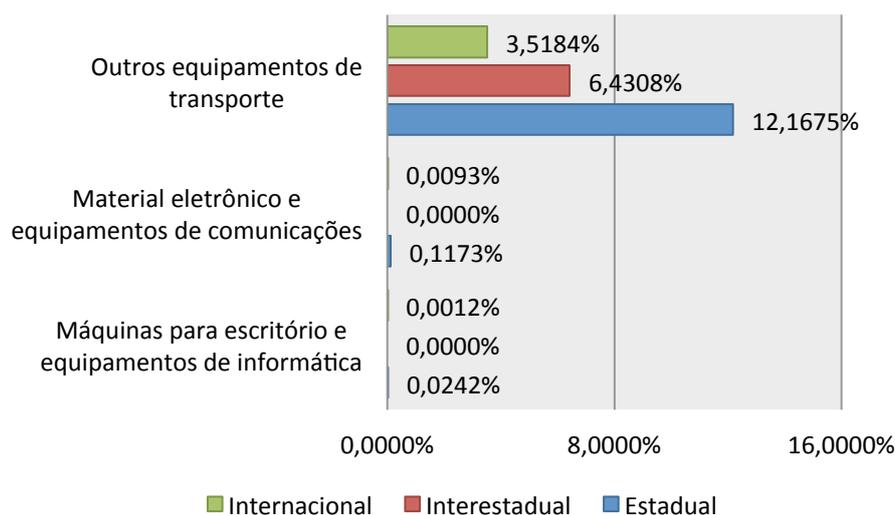


Gráfico 3. 15:Relações intersetoriais e intrasetoriais entre as três principais atividades da indústria de transformação no setor de outros equipamentos de transporte.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

Por outro lado, tal como pode ser visto no gráfico 3.16, o setor de máquinas para escritório e equipamentos de informática, apesar de uma dependência baixa (menor que 1%) em relação aos outros equipamentos de transporte, este depende muito mais dos insumos das

atividades de material elétrico e equipamentos de comunicações (27,76% e 15,82% em termos estaduais e internacionais, respectivamente) do que dos próprio setor, cujos valores foram de 5,26% em termos internacionais e 2,98% no que diz respeito aos insumos nacionais.

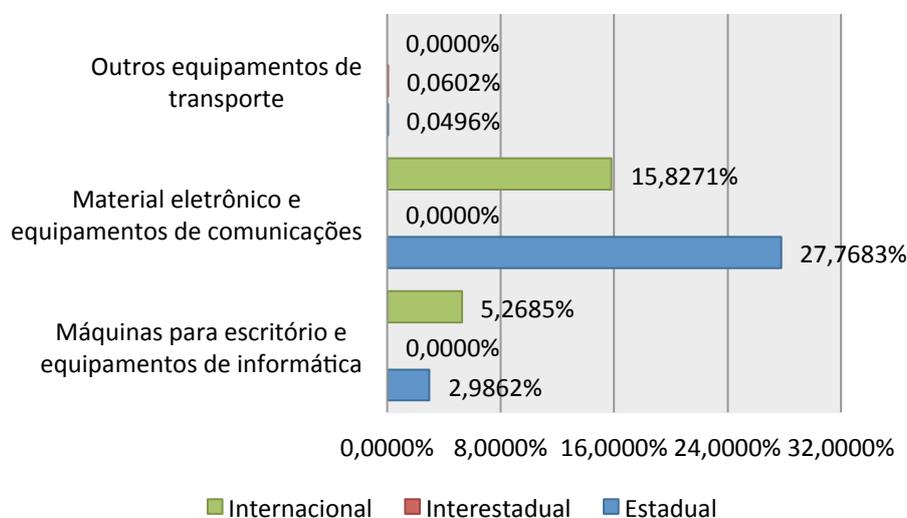


Gráfico 3. 16:Relações intersetoriais e intrasetoriais entre as três principais atividades da indústria de transformação no setor de máquinas para escritório e equipamentos de informática.

Fonte: Elaboração própria, com base em informações da TRU-AM 2006.

A entrada de insumos, caracterizada pelo consumo intermediário, após as etapas do processo produtivo, proporciona dois fluxos no tocante às saídas. Um desses fluxos diz respeito ao total de bens e serviços produzidos pela economia, neste caso o PIB, enquanto que o outro fluxo de saída diz respeito aos resíduos gerados ao longo do processo.

3.3.2. As saídas: resíduos industriais e agregados macroeconômicos

Em termos de pesquisas que contenham em seu bojo uma análise detalhada dos resíduos industriais emitidos pelo PIM, a agência de cooperação internacional do Japão (JICA), a pedido da Suframa, quantificou os resíduos emitidos pelo PIM no intuito de proporcionar insumos para a formulação de um plano diretor para a gestão dos seus resíduos industriais, bem como elaborar diretrizes para a melhoria do processo em questão. O levantamento das informações ocorreu em 2009, sendo que a pesquisa foi publicada em 2010.

No tocante aos resíduos, de acordo com a metodologia adotada pela JICA, cuja classificação dos resíduos é uma versão simplificada da das categorias de resíduos industriais

complexas conforme a resolução nº 313 CONAMA e a norma ABNT NBR 10.004 no tocante a classificação dos resíduos, estes foram divididos em duas categorias:

- Resíduos Industriais Perigosos (RIP): compreende ácidos inorgânicos, orgânicos, alcalinos, compostos tóxicos, compostos inorgânicos, outros materiais orgânicos (asbestos, lodo, etc.), compostos orgânicos, materiais poliméricos, combustível, óleo e graxa, químicos e biocidas finos, lodo de tratamento, cinza de incinerador, produtos de controle de borra e poluição atmosférica, outras substâncias perigosas, resíduos misturados, materiais perigosos de processo não-produtivo (tubos fluorescentes, termômetro de mercúrio, pilhas, pesticidas de uso doméstico, etc.)
- Resíduos Industriais Não-Perigosos (RINP): compreende resíduos de cozinha (incluindo restos de animais como osso, pele, pêlo), madeira, papel, plásticos ou polímeros e resinas, têxteis e fibras, óleo animal e vegetal, borrachas e couros, cinza/borra de termoelétricas movidas à carvão, metais e ligas de metais como alumínio, cobre e bronze, cerâmicas e vidros.

Tais categorias foram observadas tanto do ponto de vista da emissão de resíduos nos processos produtivos quanto nos não produtivos. Dessa forma, conforme tabela 3.3, quando analisada a composição dos resíduos de forma setorial, em termos de resíduos industriais não-perigosos, foi observado que setores como o de bebidas, papel e móveis possuem mais da metade de seus resíduos gerados no processo não-produtivo, enquanto que, em termos de processo produtivo, tal comportamento é observado em setores como o de minerais não metálicos, eletroeletrônico, madeira, gráfico, mecânico, metalúrgico, borracha, alimentos (em 97%), químicos, têxteis, tecidos, construção e outros.

Por outro lado, setores como o de plástico e de material de transporte são mais significativos no que concerne aos resíduos industriais perigosos, com 48,52% em termos de processo não-produtivo e 36,87% quanto a processo produtivo, respectivamente. Apesar da significância dos resíduos industriais perigosos, estes representam 20,23% do total de resíduos emitidos pelo PIM, independente de estarem relacionados ao processo produtivo ou não.

Quanto aos resíduos em si, é verificado que os setores eletroeletrônico, material de transporte e papel são os mais significativos em termos de emissão no PIM. Nesse sentido, a produção de material elétrico e comunicações compreende uma participação significativa

tanto em resíduos industriais perigosos quanto não-perigosos conforme se pode observar na tabela 3.4, o que é um resultado esperado por conta de sua participação significativa nos indicadores de desempenho do PIM.

Código Fabril	Setor	Processo não-produtivo		Processo produtivo		Total
		RINP	RIP	RINP	RIP	
F01	Bebidas	4.015,0	56,5	332,6	62,8	4.466,9
F02	Couros	-	-	-	-	-
F03	Gráficas	71,1	5,4	1.421,4	757,9	2.255,8
F04	Eletroeletrônico	18.516,2	3.274,3	34.396,2	7.383,1	63.569,8
F05	Madeira	153,0	38,9	308,2	91,2	591,3
F06	Mecânico	3.044,5	1.247,4	9.286,0	1.327,3	14.905,2
F07	Metalúrgico	4.472,2	848,4	17.887,8	1.245,6	24.454,0
F08	Minerais não-metálicos	128,6	1,2	587,3	2,2	719,3
F09	Móveis	195,5	49,9	32,1	109,1	386,6
F10	Papel	20.540,3	125,1	8.957,0	801,8	30.424,2
F11	Borracha	58,3	14,9	118,0	34,8	226,0
F12	Alimentos	0,2	60,4	7.599,5	129,7	7.789,8
F13	Químicos	180,3	1,2	1.475,9	135,4	1.792,8
F14	Plástico	2.801,9	7.506,9	4.475,7	688,2	15.472,7
F15	Têxteis	8,8	2,2	17,6	5,2	33,8
F16	Tecidos	258,8	66,0	521,8	154,7	1.001,3
F17	Material de Transporte	6.032,6	606,3	20.712,0	15.975,3	43.326,2
F18	Construção	193,2	49,3	389,8	115,6	747,9
F19	Outros	808,5	2,6	2.232,7	705,0	3.748,8
Total		61.479,0	13.956,9	110.751,6	29.724,9	215.912,4
Ton./dia		168,4	38,2	303,4	81,4	591,5

Tabela 3. 3 Composição dos resíduos no PIM por setor.
Fonte: elaboração própria, com base nos dados da JICA (2010).

O processo produtivo de motocicletas, bicicletas e embarcações, outra atividade de destaque no PIM, se reflete na produção de resíduos, cuja concentração se dá de forma mais intensa no processo produtivo. Neste aspecto, é verificado que a produção de resíduo industrial perigoso nesta indústria é a mais intensa dentre as que compõem o complexo industrial em questão, 53,74%, mais que o dobro do segundo colocado (eletroeletrônico – 24,84%) e muito acima do terceiro (mecânico – 4,47%).

Em paralelo, no processo não-produtivo, o setor de papel, eletroeletrônico e material de transporte são os mais significativos em termos de resíduos industriais não perigosos,

enquanto que o setor de plástico, eletroeletrônico e mecânico são os mais significativos em termos de resíduos industriais perigosos.

Em termos totais, de acordo com o relatório da JICA, o PIM produz 215.912,4 toneladas de resíduos, sendo que a maior parte deles (51,29%) são resíduos industriais não perigosos e oriundos do processo produtivo. No que concerne ao tratamento, conforme a figura 3.1, a maior parcela dos resíduos industriais são tratados *off-site*, ou seja, em instalações apropriadas como estações de tratamento de efluentes, por exemplo. Esta quantia compreende 95,5% do total da geração de resíduos, enquanto que os 4,5% restantes recebem tratamento no próprio local (*on-site*).

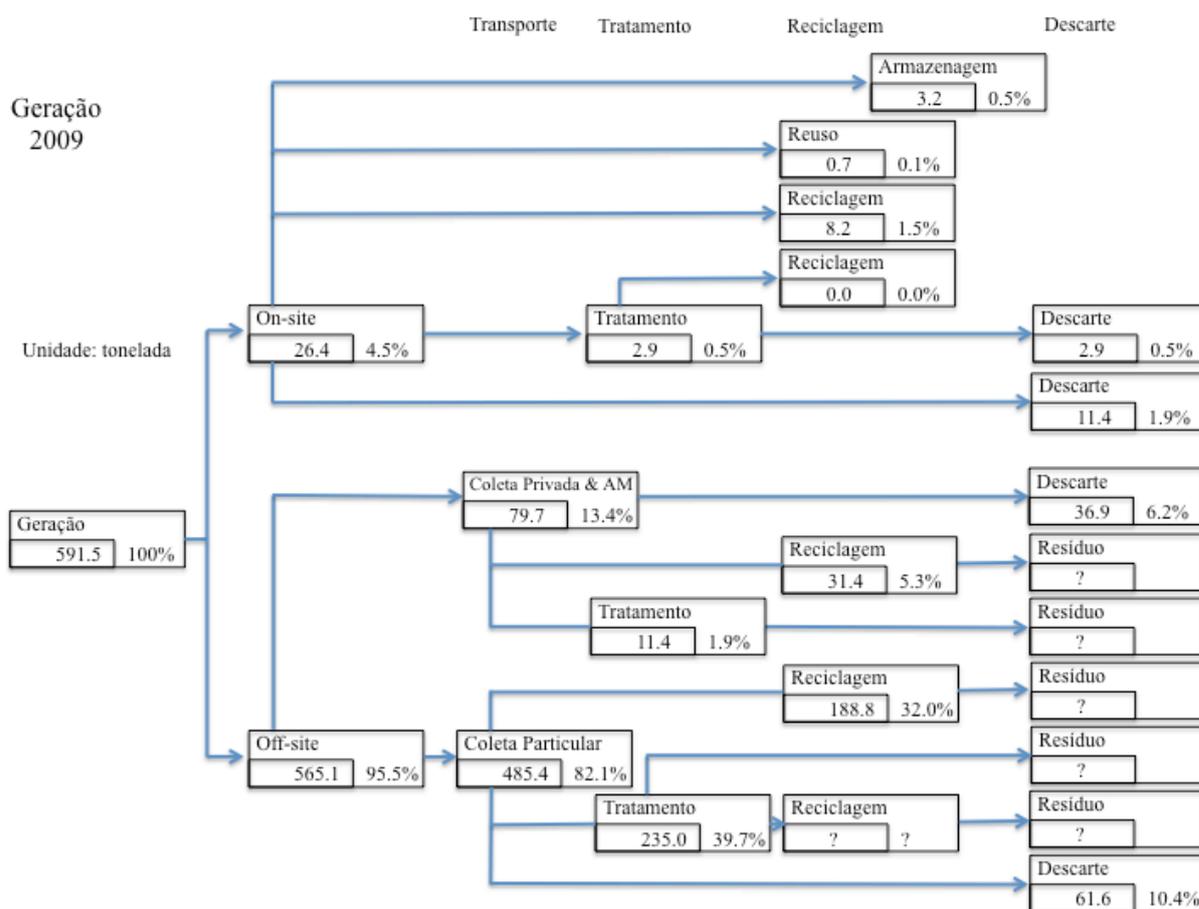


Figura 3. 1 Fluxo dos resíduos gerados pelo PIM.

Fonte: JICA (2010)

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

Em consequência disto, o montante destinado ao reuso e a reciclagem, 0,1% e 1,5% respectivamente, é ínfimo quando comparado com o total gerado pelo PIM. Esta característica pode estar relacionada tanto ao descaso que a comunidade empresarial tem em relação aos

resíduos quanto aos altos custos para o estabelecimento de uma infraestrutura adequada de tratamento.

Dos resíduos tratados *off-site*, a maior parcela é transportada por instrumentos de coleta particular, o que corresponde a 82,1% do total de resíduos gerados pelo PIM. Estes resíduos são destinados, em ordem, para o tratamento (235 toneladas/dia) e reciclagem (188,8 toneladas/dia). Todavia, o resíduo decorrente destas etapas é desconhecido.

Por conta da baixa quantidade destinada ao reuso e reciclagem, uma parte significativa dos resíduos do PIM é destinada ao descarte, sendo que o montante mais significativo neste sentido foi observado nos fluxos oriundos da coleta privada e da coleta particular que equivalem a, respectivamente, 6,2% e 10,4% do total gerado.

3.1.1. Um resumo do metabolismo do PIM

De posse das informações relativas a significância dos materiais utilizados nos processos produtivos do PIM, caracterizados pela significância do consumo intermediário da atividade em relação ao valor da produção da mesma, e das relacionadas a geração de resíduos industriais, é possível caracterizar o metabolismo do PIM de forma simplificada, o que pode ser observado na figura 3. 2.

A esquematização do metabolismo do PIM pode ser descrita por meio dos fluxos de entradas e saídas que ocorrem no Polo. Do ponto de vista das entradas, estas são caracterizadas pela aquisição de insumos estaduais (em azul) e pelas importações de materiais, que foram ilustradas ao longo deste capítulo por meio dos fluxos interestaduais (importação de insumos de outros Estados – descrito em vermelho escuro) e internacionais (importação de materiais de outros países – descrito em verde). De posse desses insumos, estes contribuirão para a fabricação das mercadorias finais que serão destinadas aos consumidores por meio de seus respectivos processos produtivos, que por sua vez ocorrerão embasados em portarias específicas por parte da Suframa.

Os produtos fabricados pelo PIM contribuirão para a geração de valor adicionado da indústria de transformação amazonense, que no ano de 2006 foi de R\$ 12.133.441 (valores em mil reais). Tal valor, ao ser somado com os valores adicionados das demais indústrias (como a da construção civil), bem como o da agropecuária e dos serviços, culminará na mensuração do PIB pela ótica da produção, que foi de R\$ 39.156.902 (valores em mil reais), o

que significa que o valor adicionado da indústria de transformação, ou seja, o PIB deste setor, equivale a 30,99% do PIB do Estado do Amazonas.

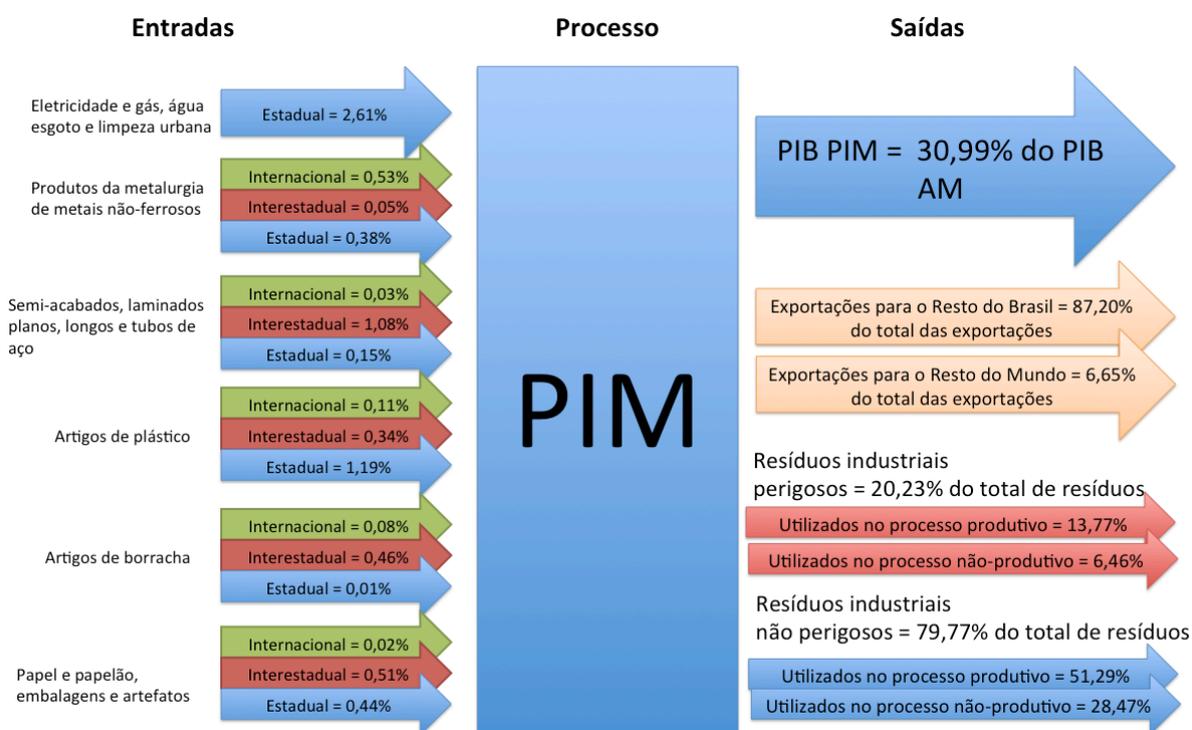


Figura 3. 2 Resumo do metabolismo do PIM

Fonte: elaboração própria, com base nos dados da TRU-AM 2006 e JICA (2010)

Além do PIB, outra saída importante são as exportações, ou seja, os produtos que o PIM disponibiliza para as demais unidades da federação ou para o resto do mundo. De acordo com os dados disponibilizados na TRU-AM, o total das exportações da indústria de transformação foi de R\$ 49.128.347 (mil reais), sendo que a maior parcela, 92,75% é destinada para outros Estados, o que é de certa forma esperado, posto que parte significativa da produção do PIM é destinada para o mercado doméstico. Mesmo assim, a significância da indústria de transformação é observada mesmo quando se analisa composição das exportações para o resto do Brasil²³, que corresponde a 94,01% de seu total, bem como para o resto do mundo, 91,79%.

Todavia, as saídas não podem ser descritas apenas pelo PIB da indústria de transformação. Na perspectiva da ecologia industrial, as saídas são caracterizadas não apenas

²³ O total das exportações para o resto do Brasil é de R\$ 45.566.567 (valores em mil reais). Já as para o resto do mundo é de R\$ 3.561.780 (dados em mil reais). Por sua vez, os valores destes indicadores para a indústria de transformação são R\$ 42.838.278 e R\$3.269.352, respectivamente.

pelo produto final mas também pelos resíduos oriundos da produção em questão. Nesse aspecto, foi verificado que, de acordo com os dados disponibilizados pelo estudo da JICA (2010), o PIM produz cerca de 215.912,4 toneladas de resíduos por ano. O total de resíduos do PIM é, em sua maior parte, composto por resíduos industriais não-perigosos (79,77%), cuja maior parte é oriunda de processos produtivos (51,29%), e por resíduos industriais perigosos (20,23%), cuja parcela utilizada no processo produtivo é de 13,77%.

Em termos de fluxos, o PIM mantém relações simbióticas tanto do ponto de vista econômico quanto social e ambiental. Isto pode ser observado na medida em que se analisa a figura 3.3. Particularmente, no caso das três principais atividades que compõem a indústria de transformação amazonense (eletroeletrônico, duas rodas e bens de informática) é possível perceber suas relações com os demais setores produtivos do polo, unidades da federação e mercado externo. A intensidade de tais relações pode ser observada de acordo com a espessura das setas que expressam os fluxos.

Nesse sentido, na medida em que o setor eletroeletrônico, por exemplo, envia seus produtos e bens intermediários para os demais setores do PIM, este recebe insumos em montante significativo do resto do mundo e, em proporção menor, de insumos produzidos localmente. Assim como ocorre com a maioria das atividades da indústria de transformação, os insumos oriundos do próprio setor, independente de sua origem, são os que mais contribuem na composição do valor da produção desta atividade. Por outro lado, a fabricação de materiais de escritório e outros equipamentos de informática tem uma postura diferente, pois esta depende mais de insumos do setor eletroeletrônico do que dos dela própria.

Dessa forma, a interação entre estas atividades depende de insumos, produtos e materiais oriundos do meio ambiente. Dentre estes materiais, os que possuem maior significância são os metais (produtos da metalurgia de metais não-ferrosos; semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço), artigos de plástico, artigos de borracha e papel (papel e papelão, embalagens e artefatos). Tais produtos são de diversas origens e utilizados, em níveis diferenciados, por todas as empresas do PIM.

Por sua vez, as saídas se dão por meio de indicadores econômicos como as exportações para outros Estados brasileiros e demais países, sendo que o fluxo da disponibilização de bens para as demais unidades da federação é mais intenso do que o destinado ao mercado internacional. Estes indicadores contribuem para a mensuração do

elaboração do PIB amazonense bem como para a composição do valor adicionado da indústria de transformação brasileira e conseqüentemente o PIB nacional.

Em termos de fluxos, a contribuição do PIM para a economia amazonense é a sua demanda por mão de obra ao passo em que este disponibiliza produtos finais para os trabalhadores de todos os setores produtivos. Em paralelo, os fluxos com os governos podem ser ilustrados por aspectos fiscais e de infraestrutura. Na medida em que o PIM disponibiliza seus produtos, as esferas governamentais recebem arrecadação tributária principalmente por meio de impostos indiretos advindos da aquisição das mercadorias por parte dos mercados consumidores.

Por sua vez, os governos fornecem incentivos fiscais baseados em leis e regulações como forma de estímulo para o parque industrial em questão se tornar mais atrativo para as empresas que estejam e que venham a se instalar no polo, além de infraestrutura logística que é financiada pela arrecadação tributária.

O meio ambiente possui um papel fundamental no metabolismo do PIM, pois é ele que fornece a matéria prima necessária para elaboração dos insumos que são utilizados em todos os processos produtivos do parque. Outro recurso que é fornecido ao PIM e para o restante da economia amazonense é água e insumos para a fabricação de energia.

As ações antrópicas, que são caracterizadas pelas atividades produtivas do PIM e da economia, fornecem os resíduos que são descartados tanto por parte das empresas quanto da população, o que assim caracteriza a relação entre a entropia e o processo econômico, pois o não aproveitamento do resíduo por meio do reuso e da reciclagem quanto o impacto ambiental deste podem ser explicados no âmbito da primeira e da segunda lei da termodinâmica.

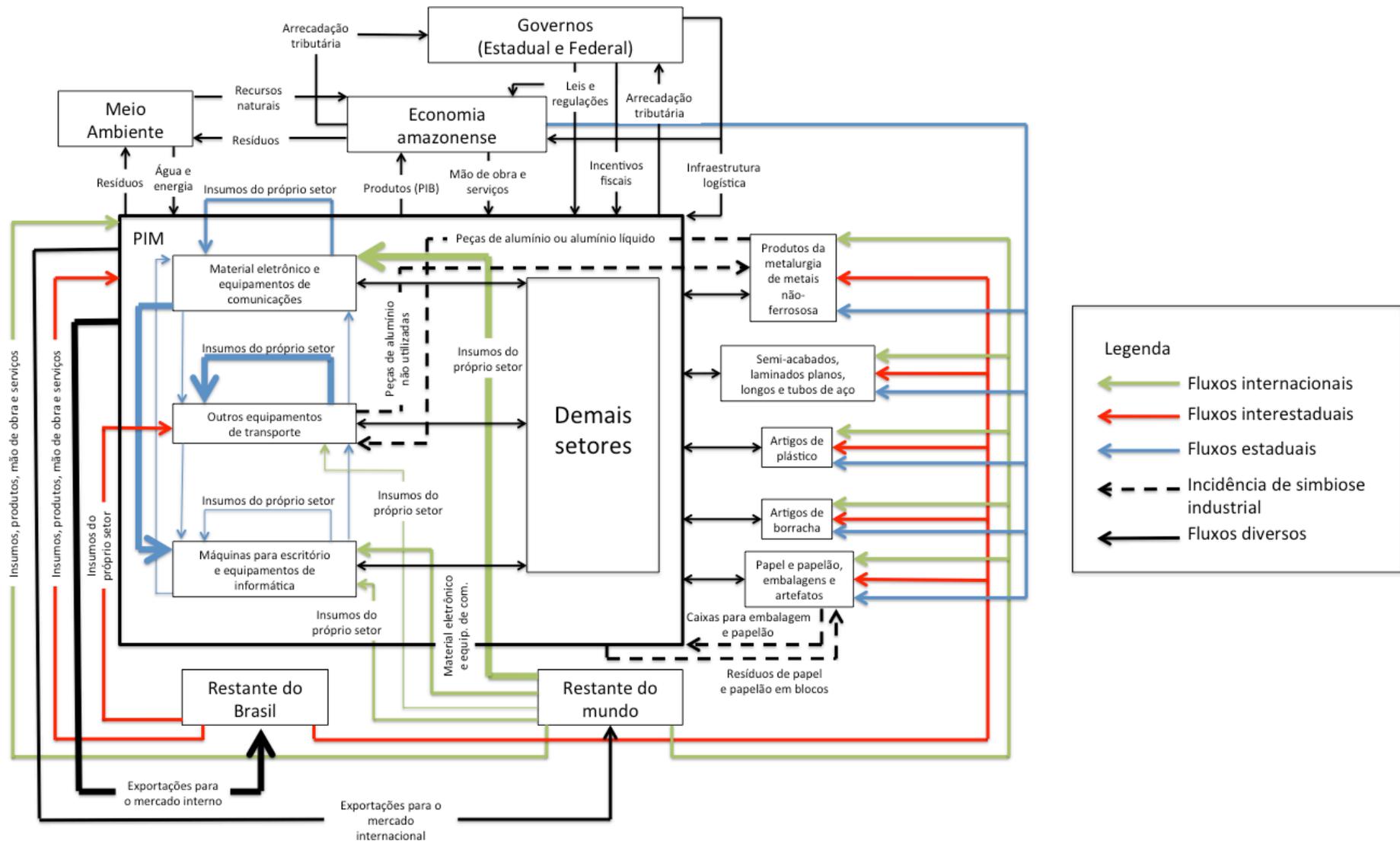


Figura 3. 3 caracterização setorial e da simbiose industrial no PIM

Fonte: elaboração própria, com base nos dados da TRU-AM 2006, JICA (2010) e Castello Branco e Mañas (2009)

CONCLUSÃO

Ao passo que o objeto de estudo desta tese foi discutido, tornou-se possível verificar resultados importantes para o cumprimento dos objetivos levantados pela pesquisa. No que diz respeito ao objetivo geral, a análise do metabolismo industrial do PIM se deu em termos monetários por meio das relações intra e intersetoriais da indústria de transformação amazonense e, de forma mais específica, de seus três principais setores: material elétrico e equipamentos de comunicações (eletroeletrônico), outros equipamentos de transporte (duas rodas) e máquinas de escritório e outros equipamentos de informática.

No que concerne a criação de ecoparques industriais, particularmente no caso do desenvolvimento deste a partir de um parque industrial tradicional, um procedimento necessário é a quantificação dos fluxos das atividades que compõem o complexo industrial em questão. Um passo nessa direção foi dado por meio da relevância que o consumo intermediário de um determinado produto tem no valor da produção de uma atividade específica.

Para a análise do metabolismo industrial do PIM, foi verificado inicialmente a composição do consumo intermediário na indústria de transformação amazonense, que é representada em sua maior parte pelo PIM. Nesse sentido, foi verificado que recursos naturais como água e eletricidade, minerais metálicos não-ferrosos são totalmente oriundos do próprio Estado, enquanto que materiais como artigos de plástico, produtos químicos inorgânicos, produtos de madeira-exclusive móveis e produtos da exploração florestal e da silvicultura possuem uma participação em mais de 50% no total do consumo intermediário.

Quanto à parcela oriunda de outras unidades da federação, é verificado que o PIM utiliza, de forma significativa, insumos relacionados à metalurgia, (fundidos de aço, semi-acabados, laminados e tubos de aço, gusa e ferro-ligas), artigos de borracha, papel e papelão, minerais não-metálicos. Quanto a parcela de insumos advinda do resto do mundo, esta tem maior participação em produtos da metalurgia de metais não-ferrosos, produtos químicos inorgânicos, celulose e outras pastas para fabricação de papel.

Ao se observar a composição do consumo intermediário nos três principais setores do PIM é verificado que os setores responsáveis pela produção de material eletrônico e equipamentos de comunicações, bem como o de máquinas para escritório e equipamentos de informática, dependem de insumos nacionais e importados, sendo que este último utiliza

insumos estaduais em 71%, enquanto que o setor de outros equipamentos de transporte, diferente destas atividades, emprega insumos interestaduais que representam 29,64% do total do consumo intermediário.

Também foi levantada a contribuição do consumo intermediário para o valor da produção. Por meio deste indicador é possível verificar o quanto uma atividade depende de um determinado tipo de insumo, neste caso, dentro de toda a economia amazonense. Ao se analisar a indústria de transformação é verificado que os insumos mais demandados em nível estadual são a eletricidade e água, artigos de plástico e papel e papelão (2,61%, 1,19% e 0,44% do valor da produção de cada uma destas atividades, respectivamente), enquanto que em nível interestadual os mais utilizados são os semi-acabados e laminados, papel e papelão, artigos de borracha (1,08%, 0,51% e 0,46%, em ordem); já em nível internacional são destacados os produtos da metalurgia de metais não-ferrosos, produtos químicos orgânicos e outros produtos de minerais não-metálicos (0,53%, 0,28% e 0,12%)

Quando se analisa este indicador sob um foco mais específico, ou seja, nos três setores selecionados, torna-se possível enfatizar não apenas a composição da contribuição do consumo intermediário no valor da produção, mas principalmente verificar o nível de interdependência entre estas atividades. Na medida em que as atividades selecionadas são comparadas é notado um papel significativo na utilização de energia elétrica, água, artigos de plástico (com destaque para as atividades de equipamentos de informática e outros equipamentos de transporte em nível estadual), de borracha, semi-acabados e laminados, o que é um reflexo das particularidades de cada setor.

Logo, a necessidade de materiais por parte das atividades que compõem a indústria de transformação amazonense não ocorre apenas de forma intersetorial mas também intrasetorial, ou seja, a dependência de uma atividade por materiais fabricados por ela própria. De fato, foram observados valores robustos nos setores selecionados. Nesse sentido, foi verificado que o setor de máquinas para escritório e outros equipamentos de informática depende mais dos insumos do setor de material elétrico e equipamentos de comunicações do que de seu próprio consumo intermediário.

Tais informações são importantes para descrever as forma como as firmas que compõem o PIM interagem. Na perspectiva da ecologia industrial, que entende a indústria como um sistema vivo tal qual o meio ambiente, as relações de entradas e saídas decorrentes

da produção são um passo importante para que na caracterização do metabolismo do PIM. Entretanto, a explicitação de outras informações é necessária, pois o processo insumo-produto não é caracterizado apenas pela contribuição do consumo intermediários na composição de bens finais, pois os insumos não são utilizados em sua totalidade e resíduos são gerados nas etapas do processo de produção.

Dessa forma, a preocupação com os resíduos, além de seu impacto no meio ambiente, justificam iniciativas de desenvolvimento industrial de forma ecoamigável. Uma estratégia bastante atraente e discutida, tanto por parte das comunidades empresariais quanto pelas esferas governamentais, tem sido os ecoparques industriais, cujo sucesso da experiência em Kalundborg contribuiu para o surgimento de estratégias de transição de parques tradicionais em EIPs bem como a criação destes a partir do zero.

Assim, em termos de objetivos específicos, a partir das evidências empíricas de EIPs contidas na revisão da literatura e das semelhanças e diferenças entre estas experiências apresentadas no capítulo 2, além das demais bibliografias acerca do tema, foi possível definir estratégias para o a implementação de EIPs no Brasil. Nesse sentido, para que haja tal tipo de iniciativa é necessário que: 1) Seja criada uma equipe multidisciplinar que trabalhe na gestão ambiental do Polo; 2) Identificar os principais stakeholders que possam contribuir para a iniciativa; 3) Quantificar os fluxos de massa e de energia tanto em termos monetários quanto físicos; 4) A obtenção da certificação ISO 14.001; 5) A criação de um ambiente propício para as trocas simbióticas a partir da criação de incentivos e fomento por parte do governo; e 6) Criação de firmas de suporte aos BPX entre as empresas seja por parte do governo ou de responsabilidade da associação de empresas.

Ao se considerar a aplicabilidade desta estratégia de desenvolvimento ecoindustrial no PIM são verificados diversos entraves. A falta de um sistema de tratamento de efluentes é um problema crítico, pois este contribui para o surgimento de limitações como a existência de lixões ilegais e a consequente ausência de informações referentes ao tratamento e classificação. Por conta disso, o sistema de gestão e monitoramento de resíduos industriais do PIM é deficiente e ainda está longe de ser o adequado para a condução de um projeto deste tipo.

Em paralelo, a baixa quantidade de empresas que contem a certificação ISO 14.000 reflete um descaso no tratamento de resíduos sólidos industriais por parte da comunidade

empresarial, o que dificulta a elaboração de um inventário de resíduos industriais de acordo com as recomendações da resolução no 313 do CONAMA.

O esforço em mitigar este entrave justifica o surgimento de pesquisas como o estudo voltado à gestão dos resíduos do PIM por parte da Suframa e da JICA, cuja contribuição é significativa para esta discussão, pois a necessidade de um Plano Diretor relacionado ao tratamento dos resíduos industriais é de suma importância para a gestão ambiental do parque. Todavia, a periodicidade na obtenção destas informações bem como a sua utilização de forma eficiente no monitoramento das ações que sejam futuramente executadas não dependem unicamente da existência do Plano Diretor mas sim de variáveis indispensáveis para a sua execução.

Uma destas variáveis é o capital humano, que é outra limitação significativa para o desenvolvimento ecoindustrial do PIM. A quantidade de pesquisadores em ecologia industrial, apesar de crescente, ainda é pequena, o que contribui para o desconhecimento da comunidade acadêmica e empresarial acerca desta temática. Conseqüentemente, a gestão ambiental, bem como a condução da política industrial em nível estadual, não abarcam as possibilidades que um plano de desenvolvimento ecoindustrial possa proporcionar e fica restrita ao tratamento de resíduos ao passo em que a reciclagem, o reuso e compartilhamento dos fluxos de materiais e de energia são subestimados.

Conseqüentemente, a simbiose industrial é restrita a relações entre o setor de metalurgia com o duas rodas, além das observadas entre o setor de papel e papelão com outras empresas. Portanto, ao se aplicar as estratégias discutidas no capítulo 2 bem como as evidências empíricas levantadas na revisão da literatura, é possível perceber que, ao se considerar a aplicabilidade de uma estratégia de transformação de um parque tradicional em um EIP, o PIM contém limitações que dificultariam a iniciativa de forma significativa.

Sendo assim, para que a possibilidade de transição do PIM para um EIP seja uma realidade, uma política de desenvolvimento ecoindustrial no Amazonas deve ser pensada como uma iniciativa de longo prazo. Por sua vez, instrumentos de planejamento oriundos desta devem ser embasados por pesquisas que contenham em seu objeto de estudo questões relacionadas a ecoeficiência. Neste sentido, uma das contribuições desta tese, além de relatar as principais evidências empíricas de EIPs bem como discutir estratégias de implementação

de EIPs no Brasil, foi a de caracterizar o fluxo de materiais das principais atividades do polo industrial em questão por meio de suas entradas e saídas.

As entradas, caracterizadas pelo consumo intermediário, que por sua vez reflete a aquisição de insumos, tem como principais fluxos os relacionados a produção de eletricidade, gás e água, produtos da metalurgia, semi-acabados, laminados planos, artigos de plástico, de borracha e papel e papelão. Tais insumos, por sua vez, não são apenas de origem Estadual mas também de procedência interestadual e internacional, que por sua vez corresponde a parcela importada das entradas.

Do ponto de vista das saídas, o PIM contribui de forma significativa para o PIB da economia amazonense, dado que seu valor adicionado equivale a 30,99% do PIB estadual. Todavia, parte desta produção não fica no Amazonas, ou seja, é exportada tanto para as demais unidades da federação quanto para os demais países. Nesse quesito, o setor analisado contribui de forma importante para este indicador, cuja participação é de 87,20% e 6,65% das exportações para o resto do Brasil e do mundo, respectivamente. Por fim, outra saída importante na caracterização do metabolismo do PIM são os resíduos que, de acordo com as informações disponibilizadas pela JICA, 79,77% são de origem não-perigosa, sendo que sua maior parte, 51,29% é oriunda do processo produtivo.

A caracterização das entradas e saídas do PIM contribui para o planejamento de um desempenho mais ecoeficiente deste parque. Além disso, no âmbito da ecologia industrial, uma análise apurada da composição e peso do consumo intermediário no valor da produção possibilita reflexões quanto ao metabolismo industrial do PIM. Por exemplo, o intercâmbio entre o setor eletroeletrônico e o de bens de informática pode refletir possibilidades de simbiose industrial (principalmente no sentido eletroeletrônico – bens de informática) tanto em termos de bens intermediários quanto de compartilhamento de subprodutos por meio do reuso e da reciclagem. Outras possibilidades que podem ser estimuladas e assim contribuir para a simbiose industrial são as relacionadas ao uso de água, energia, artigos de plástico e papel e papelão, embalagens e artefatos posto que esses são materiais de uso comum por parte das atividades que compõem o PIM. O conhecimento destas relações de forma aprofundada pode contribuir para a identificação de potenciais demandas de materiais e de compartilhamento de resíduos.

A descoberta de novas e potenciais possibilidades de intercambio de materiais depende da existência de pesquisas em ecologia industrial. Assim, na medida em que mais pesquisadores locais com qualificação em ecologia industrial e conhecimentos em organização industrial, gestão ambiental e principalmente gestão de resíduos industriais, surgirem, a formulação e implementação de iniciativas de desenvolvimento ecoindustrial a partir da realidade pertinente ao PIM e a cidade de Manaus se tornarão mais frequentes.

Isto deve ser feito por meio de parcerias entre as instituições de pesquisa (como ocorreu entre a Suframa e a JICA no levantamento dos resíduos), agências de fomento à pesquisa, benchmarking e parcerias com instituições e pesquisadores estejam envolvidos nesta área do conhecimento, tanto em nível de unidades da federação quanto de outros países que tenham experiências de parques industriais semelhantes ao PIM que conseguiram migrar para EIPs. Assim, a partir destas parcerias, será possível elaborar e gerenciar para o PIM uma estratégia de transição para um EIP.

Neste processo, o apoio governamental é de suma importância, pois este gerencia os serviços relacionados a habitação e infraestrutura. Além disso, este pode atuar como um desenvolvedor e como autoridade regulatória. Como o interesse da comunidade empresarial ainda é deficiente, este quadro pode ser revertido pela intermediação do Estado por meio da formulação de políticas públicas que proporcionem serviços de apoio para a obtenção das certificações necessárias para uma gestão de resíduos industriais de qualidade, em paralelo com investimentos governamentais maciços em infraestrutura logística e de transporte. Dessa forma, as empresas poderão perceber os benefícios desta adequação.

No que concerne à simbiose industrial, o PIM, por conta da rivalidade entre suas empresas, pode apresentar dificuldades no compartilhamento de materiais e de energia. Esta questão pode ser resolvida a partir de estudos periódicos que realizem o levantamento das possibilidades de compartilhamento entre as empresas. Dessa forma, será possível estimular a simbiose entre empresas que não são concorrentes diretos ou que não sejam de um setor específico.

Para tal, empresas que estimulem a simbiose industrial devem ser criadas. No caso do PIM, estas firmas podem fornecer serviços de consultoria para as empresas no que tange as possibilidades de compartilhamento de materiais bem como a compra, reciclagem e venda dos

resíduos industriais para a comunidade empresarial, considerando a possibilidade de expansão deste mercado para os Estados vizinhos.

Esta empresa de estímulo ao BPX pode ser administrada pela Suframa em conjunto com as esferas governamentais, FIEAM e com a academia por meio de incubadoras de empresas neste ramo. Com isso, um mercado de resíduos seria criado, cujas transações poderiam ser feitas tanto de forma direta entre as empresas quanto pela mediação dos brokers, o que contribuiria para a sustentação econômica do segmento.

Na medida em que as empresas de BPX proporcionem ganhos econômicos, a entrada de novas firmas neste mercado por parte da iniciativa privada serão mais frequentes. Do ponto de vista da organização industrial, estas empresas podem compor um polo de gestão de resíduos que, conseqüentemente, seja mais um setor que compõe o Polo Industrial de Manaus. Assim, o PIM não somente obtém um diferencial para seus produtos como também contribui para a sua transformação em um EIP.

Todavia, o sucesso deste tipo de iniciativa depende do apoio e comprometimento dos stakeholders envolvidos. A academia e agências de fomento à pesquisa devem estimular pesquisas em ecologia industrial para que as empresas percebam a viabilidade técnica e econômica deste tipo de iniciativa. Quanto ao governo, a partir deste cenário, este deve formular uma política pública de desenvolvimento ecoindustrial para o longo prazo, a exemplo da Coreia do Sul, com seu ambicioso projeto de 15 anos. Neste sentido, a continuidade do gerenciamento do projeto deve ocorrer independente da filosofia política do gestor. Dessa forma, a sua continuidade será garantida e proporcionará segurança para a comunidade empresarial continuar apoiando a iniciativa.

REFERÊNCIAS

ADRIAANSE, Albert; BRINGEZU, Stefan; HAMMOND, Allen; MORIGUCHI, Yuichi; RODENBURG, ERIC; ROGICH, Donald; SCHÜTZ, Helmut. **Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies**. World Resources Institute, Wuppertal Institute, Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning, and Environment, National Institute for Environmental Studies: Washington, Germany, Netherlands and Tsukuba, 1997.

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO – JICA. **Estudo para o desenvolvimento de uma solução integrada relativa à gestão de resíduos industriais no Polo Industrial de Manaus**. Kokusai Kogyo CO., LTD/ Ex Corporation/SUFRAMA. Manaus: agosto de 2010.

ARIFFIN, Nortela; FIGUEIREDO, Paulo N. **Internacionalização de competências tecnológicas: implicações para estratégias governamentais e empresariais de inovação e competitividade da indústria eletrônica no Brasil**. Rio de Janeiro: FGV, 2003. 172p

ASHTON, Weslyne. **Understanding the organization of Industrial ecosystems: a Social Network Approach**. In: *Journal of Industrial Ecology* Volume 12 Number 1. Yale University, 2008. Disponível em <http://www.blackwellpublishing.com/jie>.

AYRES, Robert U.; KNEESE, Allen V. **Production, consumption and externalities**. *American Economic Review*, 59(3), 282–97, 1969.

AYRES, Robert U.; SIMONIS, Udo E. **Industrial Metabolism Restructuring for Sustainable Development**. United Nations University, 1994.

BAAS, Leo. **Cleaner production and industrial ecosystems, a Dutch experience**. *Journal of Cleaner Production* 6 (1998) 189–197. Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

BAAS, Leo. **Developing an Industrial Ecosystem in Rotterdam: Learning by ... What?** *Industrial Ecosystems and Eco-Industrial Parks*. *Journal of Industrial Ecology*, Volume 4, Number 2 (2001). Disponível em www.blackwellpublishing.com/jie.

BAPTISTA, Margarida Afonso Costa. **Competitividade da indústria de bens eletrônicos de consumo**. Nota técnica setorial do complexo eletrônico. Mimeo. Campinas: consórcio: IE/UNICAMP - IEI/UFRJ - FDC - FUNCEX, 1993. 140 p.

BARBERIA, Lorena G.; BIDERMAN, Ciro. **Local economic development: Theory, evidence, and implications for policy in Brazil**. *Geoforum* 41 (2010) 951–962. Disponível em: www.elsevier.com/locate/geoforum.

BARROSO, Bruno Rene da Silva. **Análise da relação entre o faturamento e a massa salarial do PIM**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Amazonas.

BASTOS, Evelen Ester Silva Lima. **A influência da indústria no desenvolvimento econômico do Amazonas**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Amazonas.

BEHERA, Shishir Kumar; KIM, Jung-Hoon; LEE, Sang-Yoon; SUH, Sangwon, PARK, Hung-Suck. **Evolution of ‘designed’ industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: ‘research and development into business’ as the enabling framework**. *Journal of Cleaner Production* 29-30 (2012) 103-112.

BERKEL, René Van. **Comparability of Industrial Symbioses**. *Industrial Ecosystems and Eco-Industrial Parks*. *Journal of Industrial Ecology*, Volume 13, Number 4 (2009). Disponível em www.blackwellpublishing.com/jie.

BOONS, F. A. A.; BAAS, L. W. **Types of industrial ecology: the problem of coordination**. *Journal of Cleaner production*, Vol. 5, No. 1-2, pp. 79-86, 1997. Disponível em: www.elsevier.com/locate/jclepro.

BOUMAN, Mathijs; HEIJUNGS, Reinout; VOET, Ester van der; BERGH, Jeroen C.J.M. van den; HUPPES, Gjalt. **Material flows and economic models: an analytical comparison of SFA, LCA and partial equilibrium models**. *Ecological Economics* 32 (2000) 195–216. Disponível em: www.elsevier.com/locate/ecolecon.

BOYLE, C.A.; BAETZ, B.W. **A prototype knowledge-based decision support system for industrial waste management: part I. The decision support system**. In: *Waste Management* 18 (1998) 87-97.

BRINGEZU, S.; BEHRENSMEIER, R.; SCHÜTZ, H. **Material Flow Accounts Part I - General Aspects, Aluminium, National Overall Accounts**. Wuppertal Institute. Department for Material Flows and Structural Change. Luxemburg: EUROSTAT, 1998.

BRINGEZU, Stefan; MORIGUCHI, Yuichi. **Material Flow Analysis**. In: AYRES, Robert U.; AYRES, Leslie W. *A Handbook of Industrial Ecology*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar, 2002.

BUARQUE, Cristovam Ricardo Cavalcanti. **Avaliação Econômica de Projetos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 266 p.

CARR, Audra J. Potts. **Choctaw Eco-Industrial Park: an ecological approach to industrial land-use planning and design**. In: *Landscape and urban planning* 42 (1998) 239-257. Elsevier, 1998.

CASTELLO BRANCO, Roderick Cabral; MAÑAS, Antonio Vico. **Simbiose Industrial no Polo Industrial de Manaus: uma proposta para o alcance da sustentabilidade ambiental**. 2009, Anais do VI CONVIBRA – Congresso Virtual Brasileiro de Administração. Disponível em: www.convibra.com.br/2009/artigos/165_0.pdf.

CHEN, Liang; WANG, Rusong; YANG, Jianxin; SHI, Yongliang. **Structural complexity analysis for industrial ecosystems: A case study on LuBei industrial ecosystem in China**. *Ecological Complexity* 7 (2010) 179–187. Disponível em www.elsevier.com/locate/ecocom.

CHERTOW, Marian. **Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy**. *Annu. Rev. Energy Environ.* (2000). 25:313–37.

COHEN-ROSENTHAL, Ed. **Eco-Industrial Development Community Participation Manual**. National Center for Eco-Industrial Development. 2002, Cornell University.

COSTA, Inês; MASSARD, Guillaume; AGARWAL, Abhishek. **Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries**. In: *Journal of Cleaner Production* 18 (2010) 815–822. Disponível em: www.elsevier.com/locate/jclepro.

COSTA, Márcio Macedo da. **Princípios de ecologia industrial aplicados à sustentabilidade ambiental e aos sistemas de produção de aço.** Tese de doutorado em planejamento energético. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2002.

COTÉ, R.; HALL, J. **Industrial Parks as ecosystems.**In: *Journal of Cleaner Production*, Volume 3 Number 1-2. Elsevier, 1995.

COTÉ, Raymond P.; COHEN-ROSENTHAL, E. **Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences.** *Journal of Cleaner Production* 6 (1998) 181–188. Disponível em www.cleanerproduction.net.

DANIELS, Peter L.; MOORRE, Stephen. **Approaches for Quantifying the Metabolism of Physical Economies Part I: Methodological Overview.** In: *Journal of industrial ecology*. Volume 5, Number 4. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2002. Disponível em: <http://mitpress.mit.edu/JIE>.

DESIMONE, Livio D.; POPOFF, Frank. **Eco-efficiency: The business link to sustainable development.** Cambridge, Massachusetts, the MIT press, 1997.

DESROCHERS, Pierre. **cities and industrial symbiosis: some historical perspectives and policy implications.** In: *Journal of industrial ecology*. Volume 5, Number 4. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2002. Disponível em: <http://mitpress.mit.edu/JIE>.

DIJKMANS, Roger. **Methodology for selection of best available techniques (BAT) at the sector level.** *Journal of Cleaner Production* 8 (2000) 11 – 21. Elsevier, 1999. Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

DOYLE, Brendan. **Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues.** Final report. Indigo Development, Oakland, CA.1996.

EHRENFELD, John; GERTLER, Nicholas. **Industrial Ecology in Practice The Evolution of Interdependence at Kalundborg.** *Journal of industrial Ecology*. Volume 1, Number 1. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 1997.

EL-FADEL, M.; ZEINATI, M.; EL-JISR, K.; JAMALI, D. **Industrial-waste management in developing countries: The case of Lebanon.** In: *Journal of Environmental Management* (2001) 61, 281–300. Disponível em: <http://www.idealibrary.com>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Explorando a economia circular – uma introdução ao trabalho da Fundação Ellen MacArthur para os falantes de Português.** 2012a. disponível em <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/portuguese>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition.** Report (2012b). Disponível em <http://www.thecirculareconomy.org/>.

FERREIRA JÚNIOR, Laércio Furtado; SANTANA, Genilson Pereira. **Proposições para Implantação do Inventário de Resíduos Sólidos Industriais no Estado do Amazonas sob os Princípios da Ecologia Industrial.** 2010, Anais do I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

FERREIRA, Pedro Cavalcanti; ROSSI, José Luiz. **New evidence from Brazil on trade liberalization and productivity growth.** *International Economic Review* Vol. 44, No. 4, November 2003.

FIGUEIREDO, Paulo N; VEDOVELLO, Conceição. **Firms' Creative Capabilities, the Supporting Innovation System and Globalization in Southern Latin America: A Bleak Technological Outlook or a Myopic Standpoint? Evidence from a Developing Region in Brazil.** United Nations University: Discussion Paper Series # 2005-4. Unu-Intech, 2005.

FIGUEIREDO, Paulo N. **Industrial Policy Changes and Firm-Level Technological Capability Development: Evidence from Northern Brazil.** *World Development* Vol. 36, No. 1, pp. 55–88, 2008. Disponível em www.elsevier.com/locate/worlddev.

FISCHER-KOWASLKI, Marina. **Exploring the history of industrial metabolism.** In: AYRES, Robert U.; AYRES, Leslie W. *A Handbook of Industrial Ecology.* Cheltenham/Northampton: Edward Elgar, 2002.

FRAGOMENI, Ana Luiza Moura. **Parques industriais ecológicos como instrumento de planejamento e estão ambiental cooperativa.** 2005. Tese. Mestrado em

ciências do planejamento energético. Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ.

FREEMAN, R. Edward; MCVEA, John. **A Stakeholder Approach to Strategic Management**. Working Paper No. 01-02. Darden Graduate School of Business Administration, 2001. Social Science Research Network. Disponível em http://papers.ssrn.com/paper.taf?abstract_id=263511.

GELDERMANN, Jutta; PETERS, Niels-Holger; NUNGE, Sandrine; RENTZ, Otto. **Best Available Techniques in the sector of adhesives application**. In: *International Journal of Adhesion & Adhesives* 24 (2004) 85-91. Elsevier, 2003. Disponível em www.elsevier.com/locate/ijadhadh.

GENG, Yong; ZHU, Qinghua, HAIGHT, Murray. **Planning for integrated solid waste management at the industrial Park level: A case of Tianjin, China**. *Waste Management* 27 (2007) 141–150. Disponível em www.elsevier.com/locate/wasman.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **The Entropy Law and the Economic Process in Retrospect**. *Eastern Economic Journal*, Volume XII, No. 1, January-March 1986.

GIBBS, David; DEUTZ, Pauline. **Implementing Industrial Ecology? Planning for eco-industrial parks in the USA**. *Geoforum* 36 (2005) 452–464. Disponível em: www.elsevier.com/locate/geoforum.

HABERL, Helmut. **The Energetic Metabolism of Societies. Part 1: Accounting Concepts**. In: *Journal of industrial ecology*. Volume 5, Number 1. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2001. Disponível em: <http://mitpress.mit.edu/JIE>.

HAY, Donald A. **The post 1990 Brazilian trade liberalization and the performance of large manufacturing firms: productivity, market share and profits**. Texto para discussão nº 523. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro: 1997.

HEERES, RR; VERMEULEN, W.J.V.; DE WALLE, F.B. **Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons**. *Journal of Cleaner Production* 12 (2004) 985–995. Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

HOFFMANN, Valmir Emil; PROCOPIAK FILHO, José Ademar; ROSSETTO, Carlos Ricardo. **As estratégias de influência dos stakeholders nas organizações da indústria da construção civil: setor de edificações em Balneário Camboriú – SC.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 21-35, jul./out. 2008.

HOGLAND, W.; STENIS, J. **Assessment and system analysis of industrial waste management.** In: *Waste Management* 20 (2000) 537-543. Disponível em www.elsevier.nl/locate/wasman.

HUANG, Mei-Chuan; LIN, Jim Juimin. **Characteristics and management of infectious industrial waste in Taiwan.** In: *Waste Management* 28 (2008) 2220–2228. Disponível em: www.elsevier.com/locate/wasman.

IGLIORI, Danilo Camargo. **Economia dos clusters industriais e desenvolvimento.** São Paulo: Iglu: FAPESP, 2001.

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

INDIGO DEVELOPMENT. **The industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark.** Indigo Development, 2005. Disponível em <http://indigodev.com>. Acesso em 28 de dezembro de 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas.** Versão 1.0. 2.ed. Rio de Janeiro: CONCLA/IBGE, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Matriz de Insumo-Produto Brasil 2000/2005.** Contas Nacionais número 23. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais – IBGE, 2008.

JACOBSEN, Noel Brings. **Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects.** In: *Journal of Industrial Ecology*. Volume 10, number 1-2. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2006. Disponível em <http://mitpress.mit.edu/jie>.

KATZ, Jorge. **Structural Change and Labor Productivity Growth in Latin American Manufacturing Industries 1970-96**. World Development Vol. 28, No. 9, pp. 1583-1596, 2000. Disponível em www.elsevier.com/locate/worlddev.

KEFFER, Chuck; SHIMP, Rob; LEHNI, Markus. **Eco-efficiency indicators & reporting: Report on the status of the project's work in progress and guideline pilot application**. WBCSD Working Group on Eco-Efficiency Metrics and Reporting. Geneva: WBCSD, 1999.

KON, Anita. **Economia Industrial**. São Paulo: Nobel, 1999.

KORHONEN, Jouni; SNÄKIN, Juha-Pekka. **Analysing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application**. Ecological Economics 52 (2005) 169– 186. Disponível em www.elsevier.com/locate/ecocon

KORHONEN, Jouni. **Four ecosystem principles for an industrial ecosystem**. In: *Journal of Cleaner Production* 9 (2001) 253-259. Elsevier, 2001. Disponível em www.cleanerproduction.net

LEONTIEF, Wassily. **Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach**. The Review of Economics and Statistics, Vol. 52, No. 3 (aug. 1970), pp. 262-271. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/1926294>.

LIFTSET, Reid; GRAEDEL, Thomas E. **Industrial ecology: goals and definitions**. In: AYRES, Robert U.; AYRES, Leslie W. *A Handbook of Industrial Ecology*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar, 2002.

LIFTSET, Reid. **Moving from mass to what matters**. In: *Journal of Industrial Ecology* Volume 4, Number 2. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2001. Disponível em <http://mitpress.mit.edu/jie>.

LOWE, Ernest A. **Creating by-product resource exchanges: strategies for eco-industrial parks**. Journal of Cleaner Production. Vol. 5, No. 1-2. pp. 51-65, 1997. Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

LOWE, Ernest A. **Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries**. Oakland: Indigo Development, 2001. Disponível em www.indigodev.com.

LOWE, Ernest A.; EVANS, Laurence K. **Industrial ecology and industrial ecosystems**. Journal of Cleaner production, Vol. 3, No. 1-2, pp. 47-53, 1995. Disponível em: www.elsevier.com/locate/jclepro.

LOWE, Ernest A.; MORAN, Steven R.; HOLMES, Douglas B. **Eco-Industrial Parks - a handbook for local development teams**. Draft. Indigo Development, RPP International, Oakland, CA, 1998.

LOWE, Ernest A.; WARREN, John L.; MORAN, Stephen R. **Discovering Industrial Ecology: an executive briefing and sourcebook**. Columbus: Battelle Press, 1997.

LYRA, Mariana Galvão; GOMES, Ricardo Corrêa; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves. **O Papel dos Stakeholders na Sustentabilidade da Empresa: Contribuições para Construção de um Modelo de Análise**. RAC, Curitiba, v. 13, Edição Especial, art. 3, p. 39-52, Junho 2009. Disponível em <http://www.anpad.org.br/rac>.

MACHADO, Jose A.; FENZL, Norbert. **The sustainability of development and the material flows of economy: a comparative study of Brazil and industrialized countries**. Paper presented for The Amazonia 21 Project, Paraguay: Federal University of Paraguay, 2000.

MATTHEWS, Emily (Org). **The weight of nations: Material outflows from industrial economies**. Washington: World Resources Institute, 2000.

MAVROTAS, G.; GEORGOPOULOU, E.; MIRASGEDIS, S.; SARAFIDIS, Y.; LALAS, D.; HONTOU, V.; GAKIS, N. **An integrated approach for selection of Best Available Techniques (BAT) for the industries in the greater Athens area using multi-objective combinatorial optimization**. In: *Energy Economics* 29 (2007) 953-973. Elsevier, 2007. Disponível em www.elsevier.com/locate/eneco.

MBULIGWE, Stephen E.; KASEV, Mengiseny E. **Assessment of industrial solid waste management and resource recovery practices in Tanzania**. In: *Resources, Conservation and Recycling* 47 (2006) 260-276. Disponível em: www.elsevier.com/locate/resconrec.

MOLL, S.; BRINGEZU, S.; SCHUTZ, H. **Resource Use in European Countries: An estimate of materials and waste streams in the community, including imports and**

exports using the instruments of material flow analysis. European Topic Centre on Waste and material Flows, Copenhagen, 2003.

MOREIRA, Maurício Mesquita; CORREA, Paulo Guilherme. **A First Look at the Impacts of Trade Liberalization on Brazilian Manufacturing Industry.** World Development Vol. 26, No. 10, pp. 1859- 1874, 1998. Disponível em www.elsevier.com/locate/worlddev.

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

NAKAJIMA, Rafael Yuzo Rocha. **Comparação entre os parques eco-industriais brasileiro e chinês: uma análise da experiência chinesa na formulação de um modelo de parques eco-industriais no Brasil.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Amazonas.

NASCIMENTO, Tatiane Rodrigues do. **O Polo de Duas Rodas de Manaus no contexto dos ecoparques industriais: o caso da Moto Honda da Amazônia.** Monografia de conclusão de curso. UFAM/FES/DEA, 2009.

NATIONAL INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROGRAMME. **Case Studies.** NISP, 2012. Disponível em: http://www.nisp.org.uk/case_study_index.aspx.

NEVES, Salomão Franco. **A evolução da produtividade do trabalho nas indústrias eletroeletrônica e duas rodas do PIM, no período 1991 – 2004.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

NEVES, Salomão Franco. **O Impacto da Abertura Comercial no Nível de Emprego do Setor Eletroeletrônico do PIM.** 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Amazonas.

NICHOLAS, M.J; CLIFT, R.; AZAPAGIC, A.; WALKER, F. C.; PORTER, D. E. **Determination of 'best available Techniques' for integrated pollution Prevention and control: A Life Cycle Approach.** In: *TransIChemE*, vol. 78, Part B, May 2000.

NORRIS, Gregory; SUPPEN, Nydia; NASCIMENTO, Ana Paula M. do; UGAYA, Cássia Maria Lie. **Impactos sócio-econômicos em el Análisis de Ciclo de Vida de productos: De um análise ambiental de Ciclo de Vida (ACV) a um ACV sustentável em Latino-America.** In: *Avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina*/ Organizadores, Armando Caldeira-Pires, Maria Calota de Souza-Paula, Roberto C. Villas Bôas. Brasília: Abipti, 2005.

ODUM, Eugene P.; BARRET, Gary W. **Fundamentos de Ecologia.** Tradução da 5ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OECD. **Measuring material flows and resource productivity.** Synthesis report. OECD/OCDE, 2008.

OLIVEIRA, Luciano Basto; ROSA, Luiz Pinguelli. **EcoPolo Bioenergético.** Projetos Estruturantes de Energia no Brasil. Anais do X Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2004.

PARK, Hung-Suck; RENE, Eldon R.; CHOI, Soo-Mi; CHIU, Anthony S.F. **Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea—From spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis.** Journal of Environmental Management 87 (2008) 1–13.

PAULANI, Leda Maria; BRAGA, Márcio Bobik. **A nova contabilidade social: uma introdução à macroeconomia.** 3. Ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

PECK, Steven. **When Is an Eco-Industrial Park Not an Eco-Industrial Park?** Journal of Industrial Ecology. Volume 5, number 3. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2002.

PEREIRA, Alessandro Sanches; LIMA, Juliana C. Fontes; RUTKOWSKI, Emilia Wanda. **Ecologia Industrial, Produção e Ambiente: uma discussão sobre as abordagens de inter-conecividade produtiva.** 1st International Workshop Advances in Cleaner Production/ IV semana paulista de P+L. São Paulo: UNIP, novembro de 2007.

PIANI, Guida; MIRANDA, Pedro. **Regimes especiais de importação e “ex-tarifários”: o caso do Brasil.** Texto para discussão N° 1249. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro: 2006.

ROSSETTI, José Paschoal. **Contabilidade Social**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 1995.

SÁ, Mauro Thury de Vieira. **A indústria de Bens Eletrônicos de Consumo Frente a uma Nova Rodada de Abertura**. Tese de Doutorado. Instituto de Economia –Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Brasil, 2004. 408 p.

SALAZAR, Admilton Pinheiro. **Amazônia: Globalização e Sustentabilidade**. Manaus: Valer, 2004. 398 p.

SHI, Han; CHERTOW, Marian; SONG, Yuyan. **Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China**. In: *Journal of Cleaner Production*.18 (2010) 191-199.Elsevier, 2009.Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

STERR, Thomas; OTT, Thomas. **The industrial region as a promising unit for eco-industrial development—reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology**. In: *Journal of Cleaner Production* 12 (2004) 947–965. Disponível em: www.elsevier.com/locate/jclepro.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS; UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. **Tabela de Recursos e Usos do Amazonas: TRU-AM (ano base 2006)**. Coordenação Geral de Estudos Econômicos e Empresariais – COGEC/Suframa e Faculdade de Estudos Sociais – FES/UFAM. Manaus: Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA, 2012)

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. COORDENAÇÃO GERAL DE ESTUDOS ECONÔMICOS E EMPRESARIAIS. **O futuro da Zona Franca de Manaus: alternativas e perspectivas**. Mimeo. Manaus: Suframa, set. 1994.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. **Estudo para o Desenvolvimento de uma Solução Integrada relativo à Gestão de Resíduos Industriais do Pólo Industrial de Manaus**. Relatório Final. 2010, Jica Kokusai Kogyo co.,ltd ex corporation.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. **Indicadores de desempenho do Polo industrial de Manaus: História do PIM em tabelas e gráficos**. Manaus: Suframa (2011). Disponível em

http://www.suframa.gov.br/download/indicadores/RelatorioIndicadoresDesempenho_DEZE_MBRO2010_Emitido%20em%20_31012011.pdf.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. **Modelo Zona Franca – historia**. Disponível em http://www.suframa.gov.br/zfm_historia.cfm.

TANIMOTO, Armando Hirohumi. **Proposta de simbiose industrial para minimizar os resíduos sólidos no Polo Petroquímico de Camaçari**. 2004. Dissertação. Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Universidade Federal da Bahia – UFBA.

TANIMOTO, Armando Hirohumi. **A economia medida pela Análise de Fluxo de Massa (AFM): A desmaterialização da economia nos países desenvolvidos, sustentada pelos recursos naturais dos países emergentes, a exemplo do Brasil**. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília: CDS/UnB, 2010.

THOMAS, Janet M.; CALLAN, Scott J. **Economia Ambiental: aplicações, políticas e teoria**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TUDOR, Terry; ADAM, Emma; BATES, Margaret. **Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): A literature review**. *Ecological Economics* 61 (2007) 199 – 207. Disponível em www.elsevier.com/locate/ecolecon.

VEDOVELLO, Conceição; FIGUEIREDO, Paulo N. **Capacidade Tecnológica Industrial e Sistema de Inovação**. Rio de Janeiro: FGV, 2006. 212 p.

VEIGA, Lilian Bechara Elabras; MAGRINI, Alessandra. **Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development**. In: *Journal of Cleaner Production* 17 (2009) 653-661. Elsevier, 2009. Disponível em www.cleanerproduction.net.

VEIGA, Lilian Bechara Elabras; MAGRINI, Alessandra. **O Desenvolvimento de Parques Industriais Ecológicos no Estado do Rio de Janeiro: uma proposta de planejamento para o PIE de Paracambi**. 1st International Workshop Advances in Cleaner Production/ IV semana paulista de P+L. São Paulo: UNIP, novembro de 2007.

VELEVA, V.; HART, M.; GREINER, T.; CRUMBLEY, C. **Indicators of sustainable production.** In: *Journal of Cleaner Production* 9 (2001) 447-452. Elsevier, 2001. Disponível em www.cleanerproduction.net.

VIGNOLI, Francisco Humberto. **Legislação e execução orçamentária.** In: ARVATE, Paulo Roberto. *Economia do setor público no Brasil.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WALLNER, Heinz Peter. **Towards sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters.** In: *Journal of Cleaner Production* 7 (1999) 49-58. Elsevier, 1999. Disponível em www.cleanerproduction.net.

WIXTED, Brian; YAMANO, Norihiko, WEBB, Colin. **Input-output analysis in an increasingly globalized world: applications of OECD'S harmonized international tables.** STI/Working Paper 2006/7. Statistical Analysis of Science, Technology and Industry. 2006, OECD.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Eco-efficiency indicators & reporting: report on the status of the Project's Work in Progress and Guideline for Pilot Application.** WBCSD working group on eco-efficiency metrics & reporting. Geneva, 1999.

YANG, Byung Soo. **Industrial processes and waste characterization.** In: *Resources, Conservation and Recycling* 16 (1996) 93-112.

ZHANG, Ling; YUAN, Zengwei; BI, Jun; ZHANG, Bing; LIU, Beibei. **Eco-industrial parks: national pilot practices in China.** *Journal of Cleaner Production* 18 (2010) 504–509. Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

ZHU, Qinghua; LOWE, Ernest A.; WEI, Yuan-an; BARNES, Donald. **Industrial Symbiosis in China: A Case Study of the Guitang Group.** Special Feature on Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, Volume 11, Number 1. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2007.

APÊNDICE

Descrição do produto	Consumo intermediário		
	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	55.385,11	-	3.831,49
Minerais metálicos não-ferrosos	20.235,65	-	-
Minerais não-metálicos	7.474,31	6.121,52	1.672,30
Produtos de madeira - exclusive móveis	106.597,13	69.624,67	55,29
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	-	1,30	8.565,58
Papel e papelão, embalagens e artefatos	395.410,40	452.596,35	25.675,58
Produtos químicos inorgânicos	64.418,26	54.222,10	8.828,87
Produtos químicos orgânicos	23.786,94	12.426,21	254.739,42
Artigos de borracha	15.693,26	415.260,08	72.075,81
Artigos de plástico	1.057.194,55	309.368,42	100.317,88
Outros produtos de minerais não-metálicos	134.866,70	267.709,88	107.045,19
Gusa e ferro-ligas	-	4.497,26	-
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	136.256,20	958.612,49	27.892,15
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	342.931,43	51.916,86	475.042,14
Fundidos de aço	1.836,13	12.866,80	275,49
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	2.317.789,81	-	-
Total	29.502.211,57	12.704.833,94	10.977.936,10

Apêndice 1: cálculo dos indicadores para a indústria de transformação – consumo intermediário.
 Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

Descrição do produto	Valor da produção		
	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Minerais metálicos não-ferrosos	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Minerais não-metálicos	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Produtos de madeira - exclusive móveis	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Papel e papelão, embalagens e artefatos	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Produtos químicos inorgânicos	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Produtos químicos orgânicos	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Artigos de borracha	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Artigos de plástico	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Outros produtos de minerais não-metálicos	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Gusa e ferro-ligas	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Fundidos de aço	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90
Total	88.600.279,90	88.600.279,90	88.600.279,90

Apêndice 2: cálculo dos indicadores para a indústria de transformação – valor da produção.
Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

Descrição do produto	Utilização do produto pela atividade		
	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,0625%	0,0000%	0,0043%
Minerais metálicos não-ferrosos	0,0228%	0,0000%	0,0000%
Minerais não-metálicos	0,0084%	0,0069%	0,0019%
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,1203%	0,0786%	0,0001%
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	0,0000%	0,0000%	0,0097%
Papel e papelão, embalagens e artefatos	0,4463%	0,5108%	0,0290%
Produtos químicos inorgânicos	0,0727%	0,0612%	0,0100%
Produtos químicos orgânicos	0,0268%	0,0140%	0,2875%
Artigos de borracha	0,0177%	0,4687%	0,0813%
Artigos de plástico	1,1932%	0,3492%	0,1132%
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,1522%	0,3022%	0,1208%
Gusa e ferro-ligas	0,0000%	0,0051%	0,0000%
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	0,1538%	1,0820%	0,0315%
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	0,3871%	0,0586%	0,5362%
Fundidos de aço	0,0021%	0,0145%	0,0003%
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	2,6160%	0,0000%	0,0000%
Total	33,2981%	14,3395%	12,3904%

Apêndice 3: cálculo dos indicadores para a indústria de transformação – utilização do produto pela atividade.
Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

Descrição do produto	Alimentos e Bebidas			Jornais, revistas, discos		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	-	-	3.694,17	-	-	-
Minerais metálicos não-ferrosos	-	-	-	-	-	-
Minerais não-metálicos	-	-	10,71	-	-	-
Produtos de madeira - exclusive móveis	120,42	1.075,52	4,67	-	212,84	-
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	-	-	-	-	-	-
Papel e papelão, embalagens e artefatos	9.611,23	13.805,47	-	56.956,85	57.014,26	27,45
Produtos químicos inorgânicos	12.592,77	14.071,41	227,76	-	815,98	7,41
Produtos químicos orgânicos	6.138,60	3.078,31	42.872,70	1.767,74	948,01	28.039,75
Artigos de borracha	-	1.853,32	5,45	47,82	3.169,78	438,20
Artigos de plástico	64.052,36	17.079,44	2.719,70	19.153,36	11.270,53	1.056,55
Outros produtos de minerais não-metálicos	-	4.409,22	146,27	106,90	2.774,30	126,66
Gusa e ferro-ligas	-	-	-	-	-	-
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	-	12.489,44	-	-	2.125,69	5,89
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	594,11	80,92	-	3.504,01	308,40	1.030,36
Fundidos de aço	24,40	213,46	-	-	111,39	-
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	126.713,07	-	-	22.719,74	-	-
Total	2.332.340,45	1.231.575,68	156.315,29	1.244.256,66	661.543,90	99.280,59

Apêndice 4: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – Alimentos e bebidas e jornais, revistas, discos

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Produtos farmacêuticos			Artigos de borracha e plástico		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	99,91	-	126,86	373,76	-	-
Minerais metálicos não-ferrosos	18,24	-	-	-	-	-
Minerais não-metálicos	-	-	1,64	-	-	-
Produtos de madeira - exclusive móveis	-	-	-	-	85,59	-
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	-	-	-	-	-	-
Papel e papelão, embalagens e artefatos	1.294,70	591,83	7,87	-	8.775,60	1.577,81
Produtos químicos inorgânicos	152,56	9,27	33,42	-	3.807,86	12,43
Produtos químicos orgânicos	1.230,85	609,40	1.781,78	728,60	416,81	129,71
Artigos de borracha	112,30	1.621,94	43,75	17,37	4.999,55	359,70
Artigos de plástico	159.255,35	597,54	3.365,92	77.533,39	21.089,13	7.396,84
Outros produtos de minerais não-metálicos	370,41	925,89	472,25	-	488,71	109,51
Gusa e ferro-ligas	-	-	-	-	-	-
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	10.421,25	33.951,60	87,10	-	9.635,37	11,58
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	7.270,12	331,87	2.938,77	-	2.340,52	259,27
Fundidos de aço	-	-	-	-	63,26	-
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	4.398,64	-	-	27.697,23	-	-
Total	510.837,69	221.046,43	61.130,51	174.638,27	225.887,19	280.931,21

Apêndice 5: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – produtos farmacêuticos e Artigos de borracha e plástico

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos			Máquinas para escritório e equipamentos de informática		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	9,65	-	-	-	-	-
Minerais metálicos não-ferrosos	608,26	-	-	-	-	-
Minerais não-metálicos	-	-	0,10	-	-	-
Produtos de madeira - exclusive móveis	470,84	944,91	-	159,19	1.759,13	-
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	-	-	-	-	-	-
Papel e papelão, embalagens e artefatos	7.872,85	41.157,19	7,39	19.925,02	16.306,12	4.031,03
Produtos químicos inorgânicos	-	2.399,07	-	637,27	310,57	14,29
Produtos químicos orgânicos	490,75	244,29	-	80,79	43,49	16,97
Artigos de borracha	643,55	10.371,62	328,59	609,64	7.872,99	3.146,39
Artigos de plástico	37.836,46	15.104,54	253,75	40.608,83	6.282,98	11.821,26
Outros produtos de minerais não-metálicos	3.002,59	7.691,09	92,71	196,36	2.951,51	84,85
Gusa e ferro-ligas	-	-	-	-	-	-
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	54.534,89	281.343,81	737,80	-	14.889,32	7,24
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	76.987,12	5.629,53	1.882,88	12.126,76	763,55	1.935,04
Fundidos de aço	9,31	245,57	-	120,89	1.182,21	-
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	40.926,88	-	-	95.753,88	-	-
Total	658.147,10	568.457,48	34.186,03	2.655.308,96	315.303,27	1.196.036,89

Apêndice 6: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos e Máquinas para escritório e equipamentos de informática.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos			Material eletrônico e equipamentos de comunicações		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	-	-	-	-	-	-
Minerais metálicos não-ferrosos	141,69	-	-	-	-	-
Minerais não-metálicos	-	-	-	-	-	189,51
Produtos de madeira - exclusive móveis	-	854,15	0,64	-	1.869,19	-
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	-	-	-	-	1,30	-
Papel e papelão, embalagens e artefatos	-	3.887,29	1.254,45	-	32.374,09	5.331,14
Produtos químicos inorgânicos	110,61	171,92	182,27	1.873,44	6.217,86	3.506,39
Produtos químicos orgânicos	138,14	83,08	-	482,33	306,71	1.459,74
Artigos de borracha	-	2.230,32	756,56	-	17.066,89	11.683,54
Artigos de plástico	-	6.412,12	6.351,39	-	76.973,40	33.182,24
Outros produtos de minerais não-metálicos	-	267,64	130,66	-	8.804,20	92.174,39
Gusa e ferro-ligas	-	-	-	-	-	-
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	4.154,52	21.126,64	2.213,28	-	23.993,83	11.393,42
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	18.712,03	3.311,04	713,54	14.658,88	1.720,96	13.406,43
Fundidos de aço	1,45	39,73	10,16	-	923,85	192,05
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	29.828,47	-	-	329.157,40	-	-
Total	239.376,50	165.412,73	204.959,14	6.333.967,73	958.421,80	6.210.112,85

Apêndice 7: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazonense – Máquinas, aparelhos e materiais elétricos e Material eletrônico e equipamentos de comunicações.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Outros equipamentos de transporte			Móveis e produtos das indústrias diversas		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	-	-	-	8.238,45	-	-
Minerais metálicos não-ferrosos	-	-	-	266,52	-	-
Minerais não-metálicos	-	-	148,85	-	-	1.080,97
Produtos de madeira - exclusive móveis	136,41	3.545,42	12,78	188,50	212,68	-
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	-	-	-	-	-	-
Papel e papelão, embalagens e artefatos	29.186,93	26.076,84	566,97	10.598,69	7.918,62	3.676,63
Produtos químicos inorgânicos	4.940,49	8.190,85	76,97	2.464,32	755,68	3,79
Produtos químicos orgânicos	2.093,98	1.113,39	85.906,00	3.789,25	1.894,04	4.096,90
Artigos de borracha	543,26	190.508,18	30.601,68	228,40	2.899,76	42,48
Artigos de plástico	221.788,61	65.766,75	11.899,06	25.361,88	3.346,89	13.297,98
Outros produtos de minerais não-metálicos	-	8.144,63	9.794,75	281,41	1.043,68	4,66
Gusa e ferro-ligas	-	1.032,73	-	-	-	-
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	14.658,19	270.606,43	4.839,61	847,54	4.267,21	2.174,23
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	22.584,05	4.111,27	12.695,85	25.095,06	1.611,06	486,41
Fundidos de aço	71,55	794,39	1,99	269,93	2.185,16	-
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	164.101,34	-	-	63.049,83	-	-
Total	3.025.637,45	2.363.224,77	1.262.316,16	488.651,73	174.703,62	62.900,22

Apêndice 8: composição do consumo intermediário em setores selecionados da indústria de transformação amazense – Outros equipamentos de transporte e Móveis e produtos das indústrias diversas.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Alimentos e Bebidas			Jornais, revistas, discos		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,0000%	0,0000%	0,0782%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Minerais metálicos não-ferrosos	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Minerais não-metálicos	0,0000%	0,0000%	0,0002%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,0025%	0,0228%	0,0001%	0,0000%	0,0084%	0,0000%
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Papel e papelão, embalagens e artefatos	0,2034%	0,2921%	0,0000%	2,2490%	2,2513%	0,0011%
Produtos químicos inorgânicos	0,2665%	0,2978%	0,0048%	0,0000%	0,0322%	0,0003%
Produtos químicos orgânicos	0,1299%	0,0651%	0,9072%	0,0698%	0,0374%	1,1072%
Artigos de borracha	0,0000%	0,0392%	0,0001%	0,0019%	0,1252%	0,0173%
Artigos de plástico	1,3554%	0,3614%	0,0575%	0,7563%	0,4450%	0,0417%
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,0000%	0,0933%	0,0031%	0,0042%	0,1095%	0,0050%
Gusa e ferro-ligas	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	0,0000%	0,2643%	0,0000%	0,0000%	0,0839%	0,0002%
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	0,0126%	0,0017%	0,0000%	0,1384%	0,0122%	0,0407%
Fundidos de aço	0,0005%	0,0045%	0,0000%	0,0000%	0,0044%	0,0000%
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	2,6813%	0,0000%	0,0000%	0,8971%	0,0000%	0,0000%

Apêndice 9: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Alimentos e bebidas e jornais, revistas, discos.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Produtos farmacêuticos			Artigos de borracha e plástico		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,0101%	0,0000%	0,0128%	0,0305%	0,0000%	0,0000%
Minerais metálicos não-ferrosos	0,0018%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Minerais não-metálicos	0,0000%	0,0000%	0,0002%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0070%	0,0000%
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Papel e papelão, embalagens e artefatos	0,1307%	0,0597%	0,0008%	0,0000%	0,7167%	0,1289%
Produtos químicos inorgânicos	0,0154%	0,0009%	0,0034%	0,0000%	0,3110%	0,0010%
Produtos químicos orgânicos	0,1243%	0,0615%	0,1799%	0,0595%	0,0340%	0,0106%
Artigos de borracha	0,0113%	0,1637%	0,0044%	0,0014%	0,4083%	0,0294%
Artigos de plástico	16,0775%	0,0603%	0,3398%	6,3321%	1,7223%	0,6041%
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,0374%	0,0935%	0,0477%	0,0000%	0,0399%	0,0089%
Gusa e ferro-ligas	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	1,0521%	3,4276%	0,0088%	0,0000%	0,7869%	0,0009%
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	0,7339%	0,0335%	0,2967%	0,0000%	0,1911%	0,0212%
Fundidos de aço	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0052%	0,0000%
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	0,4441%	0,0000%	0,0000%	2,2620%	0,0000%	0,0000%

Apêndice 10: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Produtos farmacêuticos e Artigos de borracha e plástico.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos			Máquinas para escritório e equipamentos de informática		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,0006%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Minerais metálicos não-ferrosos	0,0372%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Minerais não-metálicos	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,0288%	0,0578%	0,0000%	0,0032%	0,0350%	0,0000%
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Papel e papelão, embalagens e artefatos	0,4812%	2,5158%	0,0005%	0,3961%	0,3241%	0,0801%
Produtos químicos inorgânicos	0,0000%	0,1466%	0,0000%	0,0127%	0,0062%	0,0003%
Produtos químicos orgânicos	0,0300%	0,0149%	0,0000%	0,0016%	0,0009%	0,0003%
Artigos de borracha	0,0393%	0,6340%	0,0201%	0,0121%	0,1565%	0,0625%
Artigos de plástico	2,3128%	0,9233%	0,0155%	0,8072%	0,1249%	0,2350%
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,1835%	0,4701%	0,0057%	0,0039%	0,0587%	0,0017%
Gusa e ferro-ligas	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	3,3335%	17,1974%	0,0451%	0,0000%	0,2960%	0,0001%
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	4,7059%	0,3441%	0,1151%	0,2410%	0,0152%	0,0385%
Fundidos de aço	0,0006%	0,0150%	0,0000%	0,0024%	0,0235%	0,0000%
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	2,5017%	0,0000%	0,0000%	1,9033%	0,0000%	0,0000%

Apêndice 11: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos e Máquinas para escritório e equipamentos de informática.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos			Material eletrônico e equipamentos de comunicações		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Minerais metálicos não-ferrosos	0,0154%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Minerais não-metálicos	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0010%
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,0000%	0,0928%	0,0001%	0,0000%	0,0103%	0,0000%
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Papel e papelão, embalagens e artefatos	0,0000%	0,4225%	0,1364%	0,0000%	0,1782%	0,0293%
Produtos químicos inorgânicos	0,0120%	0,0187%	0,0198%	0,0103%	0,0342%	0,0193%
Produtos químicos orgânicos	0,0150%	0,0090%	0,0000%	0,0027%	0,0017%	0,0080%
Artigos de borracha	0,0000%	0,2424%	0,0822%	0,0000%	0,0939%	0,0643%
Artigos de plástico	0,0000%	0,6970%	0,6904%	0,0000%	0,4236%	0,1826%
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,0000%	0,0291%	0,0142%	0,0000%	0,0484%	0,5072%
Gusa e ferro-ligas	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	0,4516%	2,2964%	0,2406%	0,0000%	0,1320%	0,0627%
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	2,0339%	0,3599%	0,0776%	0,0807%	0,0095%	0,0738%
Fundidos de aço	0,0002%	0,0043%	0,0011%	0,0000%	0,0051%	0,0011%
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	3,2422%	0,0000%	0,0000%	1,8114%	0,0000%	0,0000%

Apêndice 12: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Máquinas, aparelhos e materiais elétricos e Material eletrônico e equipamentos de comunicações.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

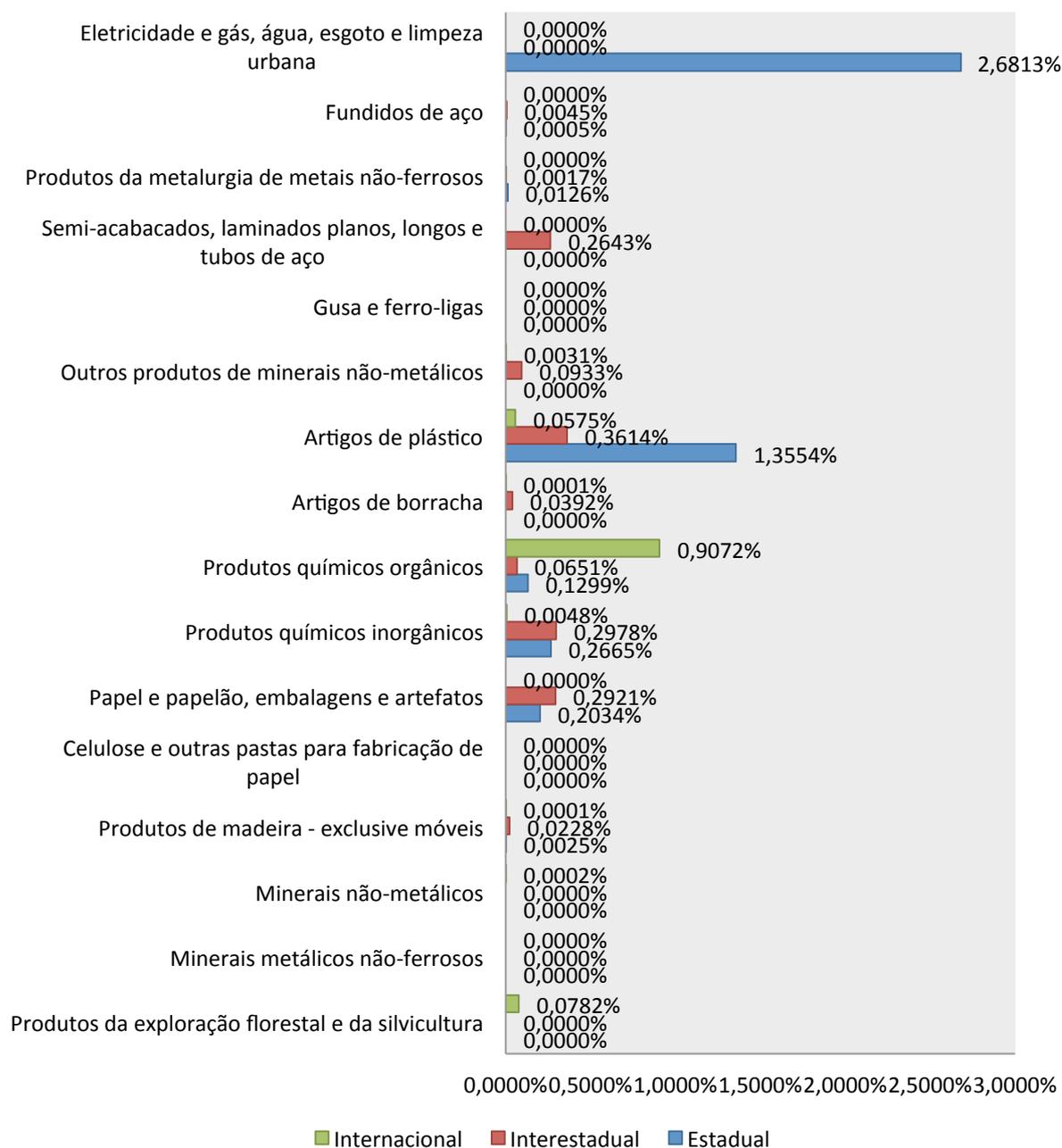
*Valores correntes em R\$1.000

Descrição do produto	Outros equipamentos de transporte			Móveis e produtos das indústrias diversas		
	Estadual	Interestadual	Internacional	Estadual	Interestadual	Internacional
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,9043%	0,0000%	0,0000%
Minerais metálicos não-ferrosos	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0293%	0,0000%	0,0000%
Minerais não-metálicos	0,0000%	0,0000%	0,0015%	0,0000%	0,0000%	0,1187%
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,0014%	0,0360%	0,0001%	0,0207%	0,0233%	0,0000%
Celulose e outras pastas para fabricação de papel	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Papel e papelão, embalagens e artefatos	0,2964%	0,2648%	0,0058%	1,1634%	0,8692%	0,4036%
Produtos químicos inorgânicos	0,0502%	0,0832%	0,0008%	0,2705%	0,0829%	0,0004%
Produtos químicos orgânicos	0,0213%	0,0113%	0,8725%	0,4159%	0,2079%	0,4497%
Artigos de borracha	0,0055%	1,9349%	0,3108%	0,0251%	0,3183%	0,0047%
Artigos de plástico	2,2526%	0,6679%	0,1209%	2,7839%	0,3674%	1,4597%
Outros produtos de minerais não-metálicos	0,0000%	0,0827%	0,0995%	0,0309%	0,1146%	0,0005%
Gusa e ferro-ligas	0,0000%	0,0105%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	0,1489%	2,7484%	0,0492%	0,0930%	0,4684%	0,2387%
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	0,2294%	0,0418%	0,1289%	2,7546%	0,1768%	0,0534%
Fundidos de aço	0,0007%	0,0081%	0,0000%	0,0296%	0,2399%	0,0000%
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	1,6667%	0,0000%	0,0000%	6,9207%	0,0000%	0,0000%
Total	3.025.637,45	2.363.224,77	1.262.316,16	488.651,73	174.703,62	62.900,22

Apêndice 13: Percentual de utilização de produtos selecionados no valor da produção das dez principais atividades da indústria de transformação – Outros equipamentos de transporte e Móveis e produtos das indústrias diversas.

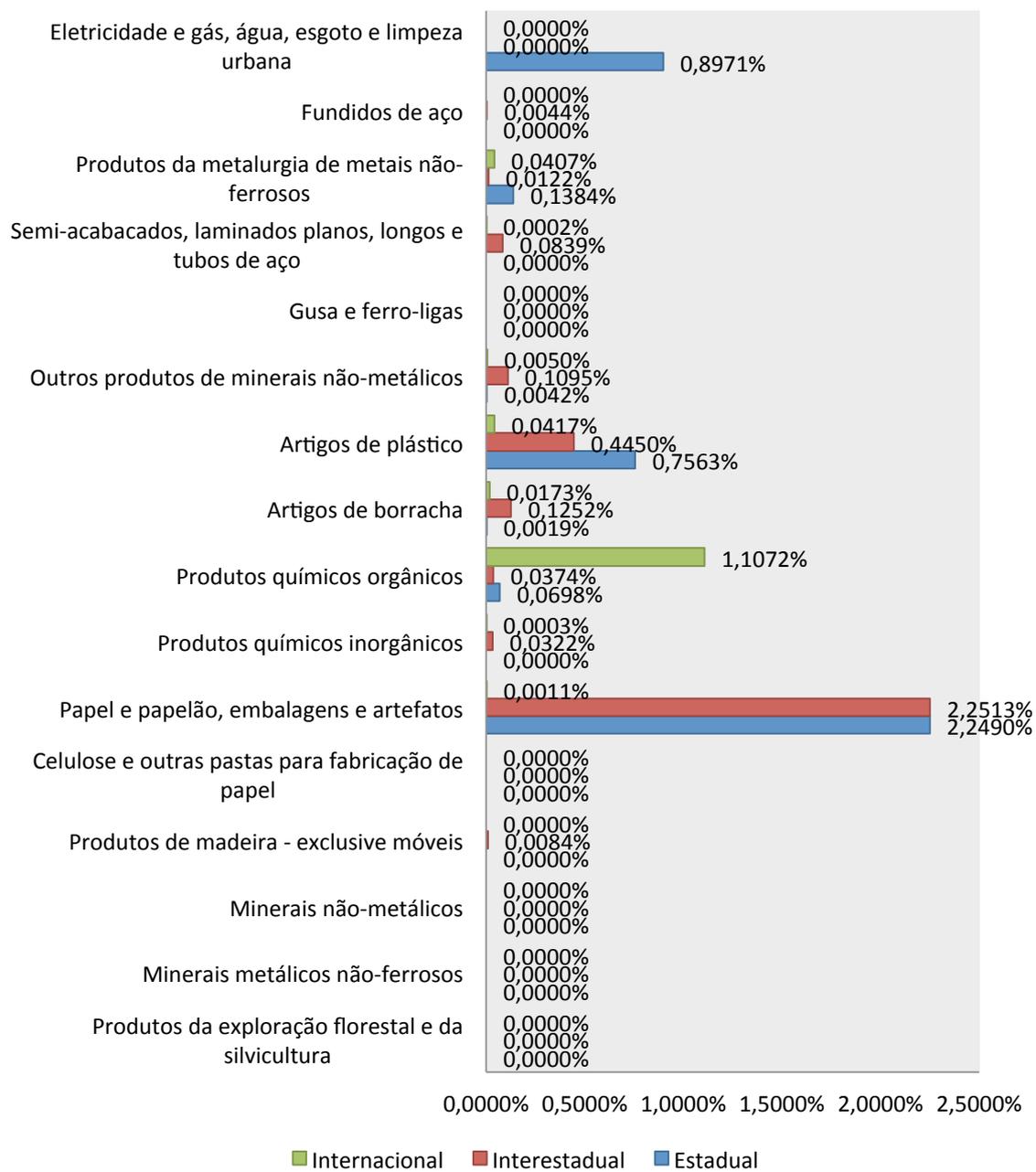
Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

*Valores correntes em R\$1.000



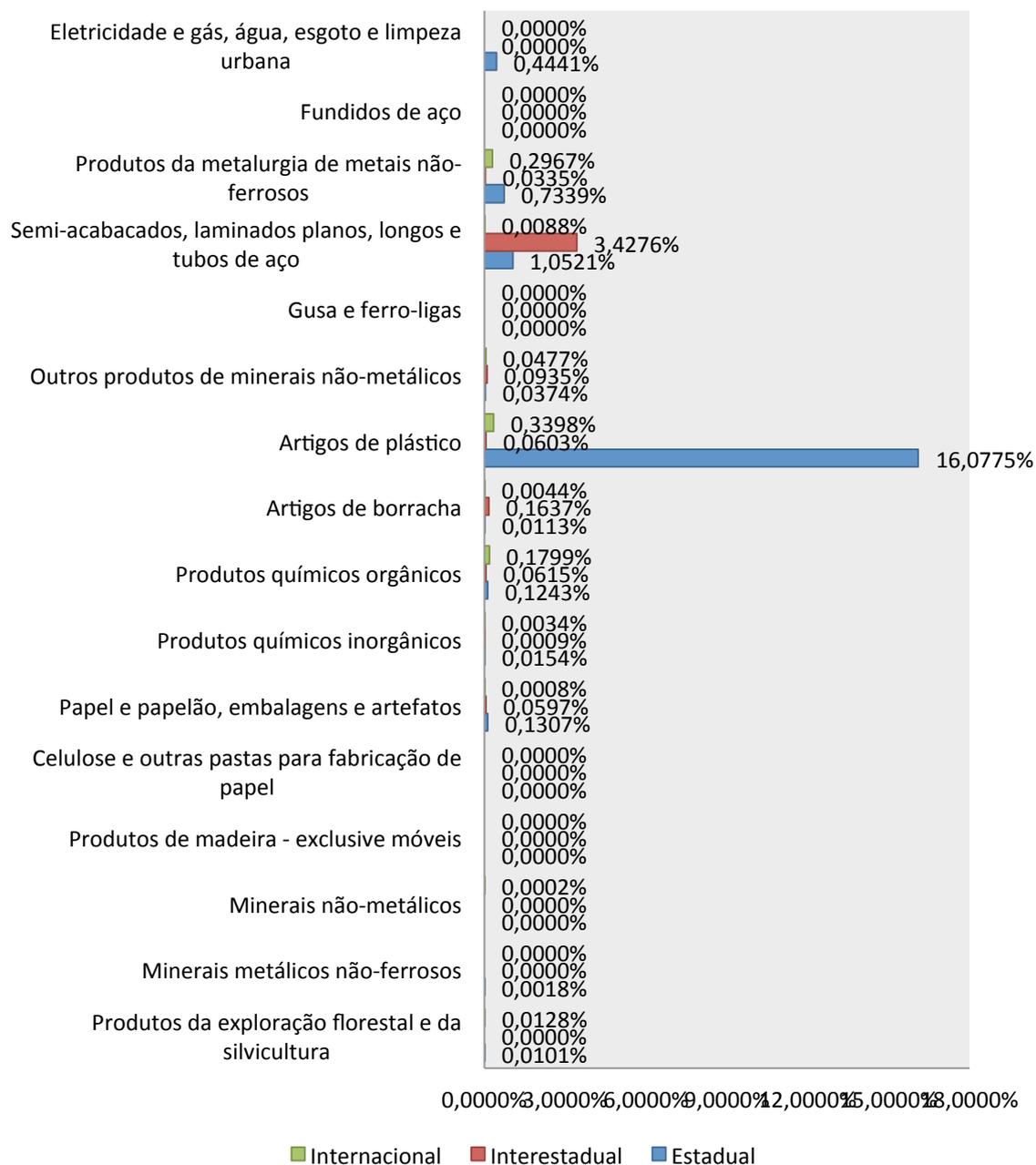
Apêndice 14: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Alimentos e bebidas

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.



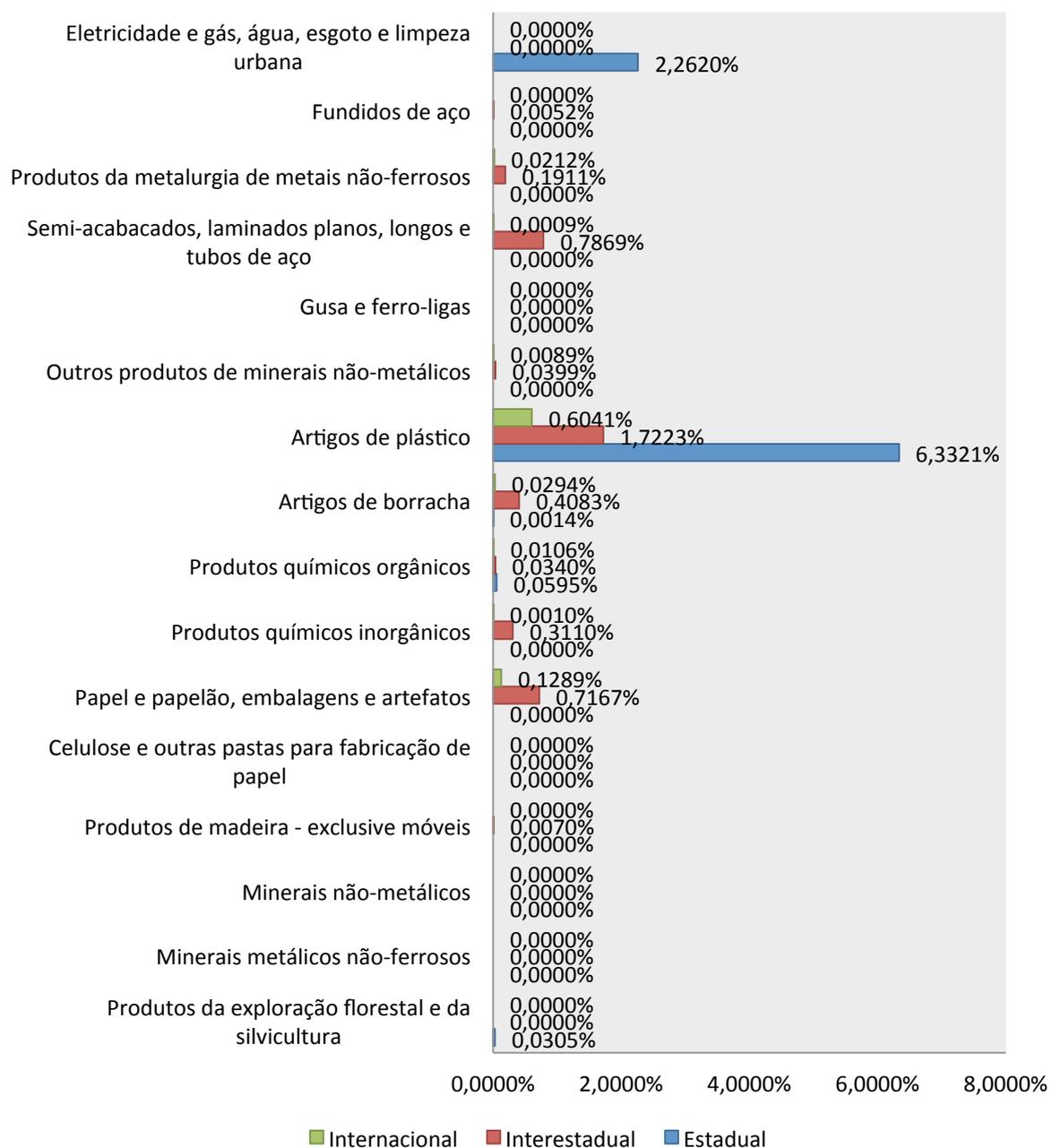
Apêndice 15: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de jornais, revistas, discos.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.



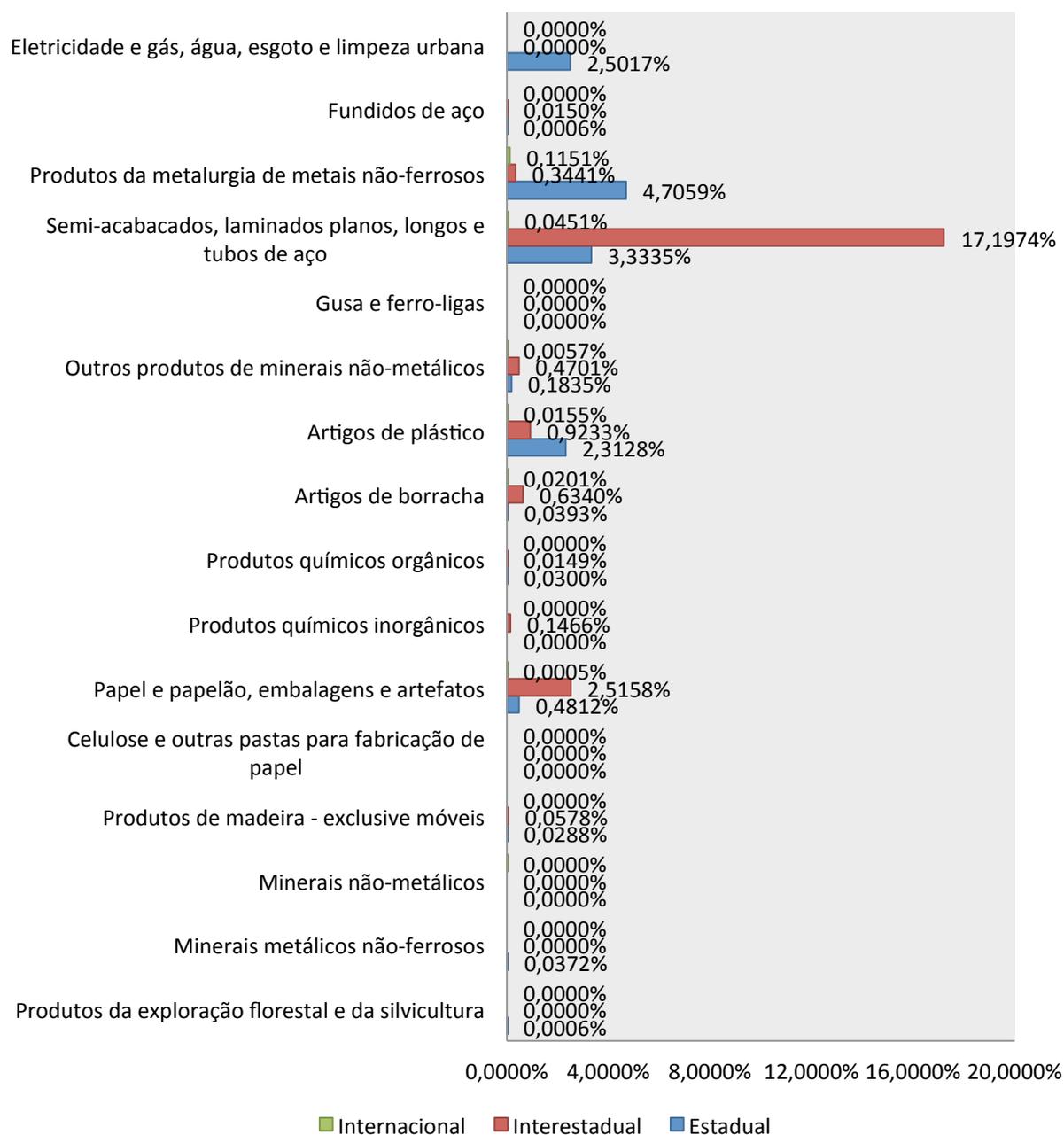
Apêndice 16: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Produtos farmacêuticos.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.



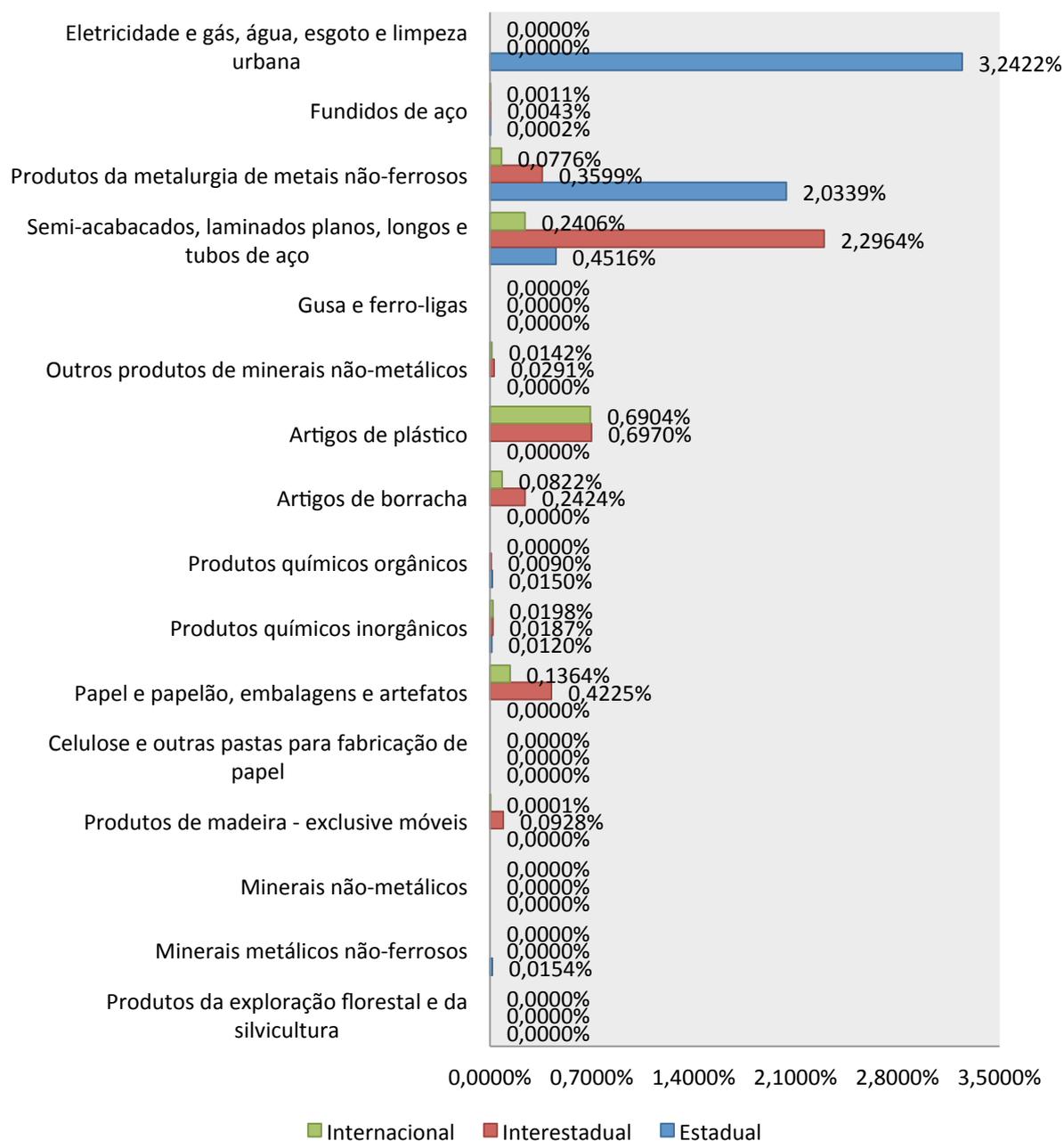
Apêndice 17: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Artigos de borracha e plástico.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.



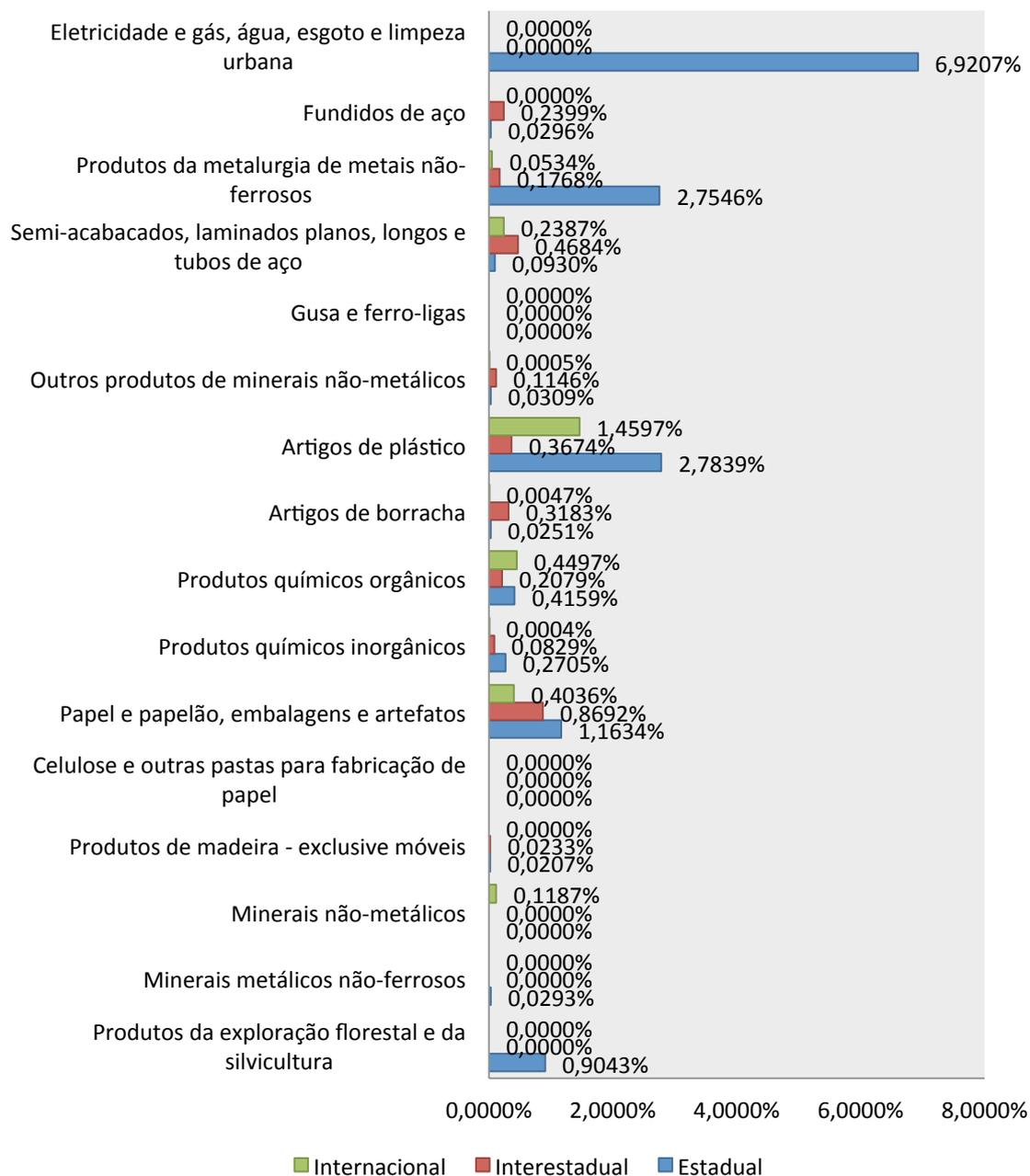
Apêndice 18: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.



Apêndice 19: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.



Apêndice 20: Composição da utilização de materiais no valor da produção do setor de Móveis e produtos das indústrias diversas.

Fonte: elaboração própria a partir da TRU-AM 2006.

Código Fabril	Setor	Processo não-produtivo		Processo produtivo		Total
		RINP	RIP	RINP	RIP	
F01	Bebidas	89,88%	1,26%	7,45%	1,41%	100,00%
F02	Couros	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
F03	Gráficas	3,15%	0,24%	63,01%	33,60%	100,00%
F04	Eletroeletrônico	29,13%	5,15%	54,11%	11,61%	100,00%
F05	Madeira	25,88%	6,58%	52,12%	15,42%	100,00%
F06	Mecânico	20,43%	8,37%	62,30%	8,90%	100,00%
F07	Metalúrgico	18,29%	3,47%	73,15%	5,09%	100,00%
F08	Minerais não-metálicos	17,88%	0,17%	81,65%	0,31%	100,00%
F09	Móveis	50,57%	12,91%	8,30%	28,22%	100,00%
F10	Papel	67,51%	0,41%	29,44%	2,64%	100,00%
F11	Borracha	25,80%	6,59%	52,21%	15,40%	100,00%
F12	Alimentos	0,00%	0,78%	97,56%	1,66%	100,00%
F13	Químicos	10,06%	0,07%	82,32%	7,55%	100,00%
F14	Plástico	18,11%	48,52%	28,93%	4,45%	100,00%
F15	Têxteis	26,04%	6,51%	52,07%	15,38%	100,00%
F16	Tecidos	25,85%	6,59%	52,11%	15,45%	100,00%
F17	Material de Transporte	13,92%	1,40%	47,80%	36,87%	100,00%
F18	Construção	25,83%	6,59%	52,12%	15,46%	100,00%
F19	Outros	21,57%	0,07%	59,56%	18,81%	100,00%
Total		28,47%	6,46%	51,29%	13,77%	100,00%

Apêndice 21: Composição percentual dos resíduos no PIM por setor.
Fonte: elaboração própria, com base nos dados da JICA (2010).

Código Fabril	Setor	Processo não-produtivo		Processo produtivo		Total
		RINP	RIP	RINP	RIP	
F01	Bebidas	6,53%	0,40%	0,30%	0,21%	2,07%
F02	Couros	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
F03	Gráficas	0,12%	0,04%	1,28%	2,55%	1,04%
F04	Eletroeletrônico	30,12%	23,46%	31,06%	24,84%	29,44%
F05	Madeira	0,25%	0,28%	0,28%	0,31%	0,27%
F06	Mecânico	4,95%	8,94%	8,38%	4,47%	6,90%
F07	Metalúrgico	7,27%	6,08%	16,15%	4,19%	11,33%
F08	Minerais não-metálicos	0,21%	0,01%	0,53%	0,01%	0,33%
F09	Móveis	0,32%	0,36%	0,03%	0,37%	0,18%
F10	Papel	33,41%	0,90%	8,09%	2,70%	14,09%
F11	Borracha	0,09%	0,11%	0,11%	0,12%	0,10%
F12	Alimentos	0,00%	0,43%	6,86%	0,44%	3,61%
F13	Químicos	0,29%	0,01%	1,33%	0,46%	0,83%
F14	Plástico	4,56%	53,79%	4,04%	2,32%	7,17%
F15	Têxteis	0,01%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
F16	Tecidos	0,42%	0,47%	0,47%	0,52%	0,46%
F17	Material de Transporte	9,81%	4,34%	18,70%	53,74%	20,07%
F18	Construção	0,31%	0,35%	0,35%	0,39%	0,35%
F19	Outros	1,32%	0,02%	2,02%	2,37%	1,74%
Total		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Apêndice 22: Composição percentual dos resíduos no PIM por categoria.
Fonte: elaboração própria, com base nos dados da JICA (2010)

ANEXOS

Código Equipe do Estudo	Código CONAMA	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO
NH01	A001	Resíduos de refeitórios (restos de comida)
	A024	Bagaço de cana-de-açúcar
	A499	Carniça
	A599	Resíduos orgânicos de processo (sebo, soro, ossos, sangue, outros da indústria alimentícia, etc.)
	A699	Casca de arroz
	A999	Resíduos de frutas (bagaço, sumo, casca, etc.)
NH02	A009	Resíduos de madeira sem substâncias tóxicas
NH03	A006	Resíduos de papel e papelão
NH04	A007	Resíduos de plástico polimerizado em processo
	A107	Bombonas de plástico não contaminadas
	A108	Resíduos de etil acetato de vinila (EVA)
	A207	Filmes plásticos e pequenas embalagens
	A208	Resíduos de poliuretano (PU)
NH05	A010	Resíduos de materiais têxteis
NH06	'---	'---
NH07	A008	Resíduos de borracha
	A299	Peles caledadas
	A399	Restos de couro atinado
NH08	A111	Chorume de cinzas de caldeira
NH09	A004	Refugo de metais ferrosos
	A005	Refugo de metais não ferrosos (latão)
	A011	Resíduos minerais não metálicos
	A012	Escória de alumínio fundido
	A013	Escória de produção de ferro e aço
	A014	Escória de latão fundido
	A015	Escória de zinco fundido
	A016	Areia de fundição
	A104	Embalagens metálicas (latas vazias)
	A105	Embalagens de metais não ferrosos (latas vazias)
	A204	Tambores metálicos
NH10	A017	Resíduos de cerâmica e materiais refratários
	A025	Fibra de vidro
	A117	Resíduos de vidro
	A799	Borra de couro atinado
NH11	'---	'---
NH12	A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (escritório, embalagens, etc.)
NH13	A003	Resíduos de varrição de planta
	A018	Resíduos sólidos de composto metálico não tóxico
	A019	Resíduos sólidos de tratamento de efluentes contendo material biológico não tóxico
	A021	Resíduos sólidos de estações de tratamento de efluentes contendo substâncias não tóxicas
	A022	Resíduos pastosos de estações de tratamento de efluentes contendo substâncias não tóxicas
	A023	Resíduos pastosos contendo limo
	A026	Escória de jateamento contendo substâncias não tóxicas
	A027	Catalisadores usados contendo substâncias não tóxicas
	A028	Resíduos do sistema de controle de emissões gasosas contendo substâncias não tóxicas (precipitadores, filtros de manga, entre outros)
	A029	Produtos fora da especificação ou com a validade vencida contendo substâncias não perigosas
	A099	Outros resíduos não perigosos
	A199	Fragmentos pontiagudos
	A308	Isopor
	A899	Fuligem de caldeira

Anexo 1: Comparação do Código do Estudo e do CONAMA para Resíduos Industriais Não-Perigosos em Geral.
Fonte: JICA (2010)

Código do Equipe de Estudo				Código do CONAMA	Descrição
HW14				C001 a C009	Listagem 10 - resíduos perigosos por conterem componentes voláteis, nos quais não se aplica solubilização e/ou outros testes de fluidez, apresentando concentrações superiores àquelas indicadas na listagem 10 da NBR 10.004
HW10	HW08	HW09	HW14	D001	Resíduos perigosos por apresentarem inflamabilidade
HW01	HW02	HW3		D002	Resíduos perigosos por apresentarem corrosividade
HW01	HW02	HW03	HW07	D003	Resíduos perigosos por apresentarem reatividade
HW10	HW14			D004	Resíduos perigosos por apresentarem patogenicidade
HW05	HW06	HW10	HW11	D005 a D029	Listagem 07 da NBR 10.004: resíduos perigosos caracterizados pelo teste de fluidez
HW04				K193	Fragmentos de couro curtido com cromo
HW04				K194	Serragem de couro e borra contendo cromo
HW04				K195	Fuligem de estações e tratamento de efluentes de atenuação
HW14				F102	Resíduo de catalisadores não especificados na NBR 10.004
HW04	HW10			F103	Resíduos de laboratórios industriais (produtos químicos) não especificados na NBR 10.004
HW14				F104	Embalagens vazias contaminadas não especificadas na NBR 10.004
HW07				F105	Solventes contaminados (especificar solvente e concentração)
HW14				D099	Outros resíduos perigosos - a especificar
HW04	HW07			F001 F0301	Listagem 01 da NBR 10.004 - resíduos admitidamente perigosos - Classe 1, de fontes específicas
HW07				F100	Bifenilas Policloradas - PCB's. Embalagens contaminadas com PCBs também
HW07				P001 a P123	Listagem 05 da NBR 10.004 - resíduos perigosos por conterem substâncias altamente tóxicas (restos de embalagens contaminadas com substâncias da listagem 05; resíduos contaminados com líquidos ou terra, e produtos fora de especificação ou de comercialização proibida de algumas das substâncias constantes na listagem 05 da NBR 10.004)
HW04	HW07			K001 a K209	Listagem 02 da NBR 10.004 - resíduos admitidamente perigosos de fontes específicas
HW07				K053	Restos de tintas e pigmentos
HW07				K078	Resíduos de limpeza com solvente na fabricação de tintas
HW07	HW11			K081	Lodo de ETE da produção de tintas
HW10				K203	Resíduos de laboratórios de pesquisas de doenças
HW01	HW09			K207	Borra de óleo re-refinado (Borra ácida)
HW14				U001 a U246	Listagem 06 da NBR 10004 - resíduos perigosos por conterem substâncias tóxicas (resíduos contaminados por óleo ou terra; e produtos fora de especificação ou de comercialização proibida de algumas das substâncias constantes na listagem 06 da NBR 10.004)

Anexo 2: Comparação do Código do Estudo e do CONAMA para Resíduos Industriais Perigosos em Geral.
Fonte: JICA (2010)