

Tereza Rodrigues Felipe

**Reciclagem de Garrafas PET para
Utilização em Sistema de Telhas
Sustentável**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia
Mestrado Profissional em Processos Construtivos e
Saneamento Urbano

Dissertação orientada pelo Professor Dr. Gilberto de Miranda Rocha

Belém – Pará – Brasil
2014



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

**RECICLAGEM DE GARRAFAS PET PARA
UTILIZAÇÃO DE TELHA SUSTENTÁVEL**

TEREZA RODRIGUES FELIPE

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano com área de concentração em Saneamento Urbano da Universidade Federal do Pará (UFPA) como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha

Co-orientador: Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite

Belém – PA
2014

RECICLAGEM DE GARRAFAS PET PARA UTILIZAÇÃO DE TELHA SUSTENTÁVEL

TEREZA RODRIGUES FELIPE

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano, área de concentração - Saneamento Urbano do PPCS e aprovada em sua forma final pelo Programa de Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano (PPCS) do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Aprovada em 28 de Junho 2014.

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
(Coordenador do PPCS)

Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha
(Orientador – UFPA)

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Dorli João Carlos Marques
(Examinador Externo – UEA)

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes
(Examinador Interno – UFPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de viver e ter sabedoria para encontrar os caminhos para superar as dificuldades diárias com ânimo, determinação, perseverança, êxito e humildade para obter a vitória.

Agradeço a Universidade Federal do Pará – UFPA e ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM por proporcionarem o Curso de Mestrado na cidade de Manaus-AM contribuindo com essa iniciativa para o desenvolvimento pessoal e intelectual de pessoas que tem interesse em ampliar seus conhecimentos na pesquisa e obterem uma maior qualificação para o sucesso profissional e pessoal.

Dedico este trabalho de dissertação a meu filho, Vítor A. Felipe de Oliveira, meus enteados Aline Cabral e Jandecy Júnior e em especial in memoriam de meus pais Jorge Antônio Felipe e Maria Rodrigues Felipe.

Agradeço esta dissertação a meu Orientador Dr. Gilberto de Miranda Rocha e meu Co-orientador Dr. Jandecy Cabral Leite, pelo empenho nas orientações e elaboração desta dissertação para o resultado positivo; agradeço também aos coordenadores Dr. Denio Ramam Carvalho de Oliveira e Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, pela dedicação e atenção durante todo o curso, e aos demais docentes que transmitiram seus conhecimentos intelectuais para o meu desenvolvimento.

RESUMO

Dentre todas as formas de resíduos sólidos que são depositados diariamente na natureza, as garrafas de poli tereftalato de etileno (PET), que são utilizadas principalmente pelas indústrias de refrigerantes, são motivo constante de preocupações dos ambientalistas. Para se ter uma ideia da dimensão deste resíduo; apenas 53% das garrafas PET são reaproveitadas no Brasil; ou seja, das 430 mil toneladas produzidas anualmente, 202,1 mil toneladas são descartadas no meio ambiente e quando encaminhadas aos aterros sanitários ocupam espaços consideráveis, além de prejudicar a decomposição do material orgânico, pois impermeabiliza certas camadas de lixo, não permitindo a circulação de gases e líquidos, acelerando o processo de esgotamento do aterro. A degradação por garrafas PET no meio ambiente; dependendo do tipo de processo de produção, dura de 400 a 800 anos. O objetivo do trabalho é aplicar a Gestão Ambiental na empresa Inova da Amazônia S/A de maneira mais ampla, visando o ordenamento das atividades humanas para que originem o menor impacto possível sobre o meio ambiente, dando foco na produção de telha ecológica a partir da reciclagem de garrafas PET. Os métodos e as técnicas aplicadas consistem numa descrição passo a passo de como foi conduzida a pesquisa, informando os instrumentos de pesquisa, uma descrição detalhada do método de coleta e análise de dados, mostrando as vantagens, desvantagens e limitações da metodologia, bem como das formas de contornar essas limitações que foram empregadas. Os resultados foram alcançados; mostrando os benefícios da construção de coberturas produzidas a partir da reciclagem de garrafas PET, visando à melhoria do setor produtivo e meio ambiente e a possibilidade de geração de empregos diretos e indiretos a partir do estabelecimento da cadeia de coleta, seleção e produção da telha. Ainda assim, a garrafa PET reciclada possui alta resistência mecânica, baixo peso e baixa permeabilidade de gases que faz o diferencial para a área da construção civil. Foi feita uma comparação de peso e custo; (diferença entre a telha de barro, e a telha produzida da reciclagem de garrafas PET). Entre os principais resultados técnicos do trabalho pode-se destacar que foi conseguido melhorar a qualidade do produto mediante algumas alterações na fórmula que compõe a telha e foram alcançados bons resultados no produto que de certa forma contribui para o engrandecimento do meio ambiente e da sustentabilidade da cidade de Manaus.

Palavras – Chaves: Reciclagem de Garrafas PET, Sistema de Telha Sustentável e Gestão Ambiental.

ABSTRACT

Among all forms of solid waste that are deposited daily in nature, the bottles of poly ethylene terephthalate (PET), which are mainly used by the soft drink industry are constant cause of concern for environmentalists. To get an idea of the size of this residue; only 53% of PET bottles are reused in Brazil; i.e., from 430 thousand tons produced annually, 202100 tons are discarded into the environment and when they are buried occupy considerable space, in addition to affecting the decomposition of organic material, because certain layers of garbage are waterproof, not allowing the circulation of gas and liquid, accelerating the depletion of landfill. The degradation of PET bottles in the environment; depending on the type of production process lasts of 400 to 800 years. The aim of this paper is to apply the Environmental Management in the Amazon company Inova S/A more broadly, targeting the ordering of human activities that give rise to the least possible impact on the environment by giving focus on producing ecological roofing tile from recycled PET bottles. The methods and techniques used consist of a step by step description of how the research was conducted, stating: research tools, a detailed description of the method of collection and analysis of data, showing the advantages, disadvantages and limitations of the methodology, as well as a way of getting around these limitations that were employed. Results were achieved, showing the benefits of building roofs made from recycled PET bottles, aimed at improving the environment and the productive sector and possibilities of generating direct and indirect employment from the establishment of the collection, selection and chain production of the tiles. Besides, Recycled PET bottle has high mechanical strength, low weight and low permeability of gases that makes the difference for the construction area. A comparison of weight and cost was developed; (Difference between clay tile, and tile produced from recycled PET bottles). Among the main technical results of this work can be highlighted that it has been achieved an improvement of the quality of the product by some changes in the formula that makes up the tile and were achieved good products that in some way contributes to the enhancement of the environment and sustainability the city of Manaus.

Key-words: Recycling of PET bottles, Sustainable System of roofing, Environmental Management

SUMÁRIO

	RESUMO	vi
	ABSTRACT	vii
	LISTA DE TABELA	x
	LISTA DE FIGURAS	xi
	LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
	CAPÍTULO I	15
1	INTRODUÇÃO	15
1.2	<i>Identificação e justificativa da proposta da dissertação</i>	16
1.3	<i>Hipótese da dissertação</i>	18
1.4	<i>Objetivos</i>	18
1.4.1	<i>Objetivo Geral</i>	18
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	18
1.5	<i>Contribuição e relevância da pesquisa</i>	19
1.6	<i>Delimitação da pesquisa</i>	19
1.7	<i>Estrutura do trabalho</i>	20
	CAPÍTULO II	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - ESTADO DA ARTE	21
2.1	<i>Desenvolvimento sustentável e meio ambiente urbano</i>	21
2.1.1.	<i>O Conceito de Desenvolvimento Sustentável</i>	22
2.1.2.	<i>O Aproveitamento de Resíduos Sólidos no Ambiente Urbano</i>	23
2.1.2.1	<i>Dados Gerais</i>	24
2.2	<i>A nova legislação sobre resíduos sólidos - A Problemática "Resíduos Sólidos"</i>	24
2.2.1	<i>Importância da Instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos</i>	25
2.2.2	<i>Evolução Histórica sobre Resíduos Sólidos</i>	25
2.2.3	<i>Alguns Pontos Importantes da Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos</i>	29
2.2.4	<i>A nova legislação sobre resíduos sólidos no estado do Amazonas</i>	30
2.2.5	<i>Responsabilidade da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA</i>	31
2.3	<i>A produção diária de resíduos sólidos em Manaus</i>	34
2.3.1	<i>Definição do serviço de coleta da Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos (SEMULSP, 2013)</i>	34
2.3.2	<i>Educação Ambiental e campanhas de conscientização</i>	36
2.3.3	<i>Ponto de Entrega Voluntária (PEV) em toda a Zona Leste</i>	37
2.3.4.1	<i>Dados da Limpeza dos igarapés</i>	37
2.4.1	<i>O aproveitamento e reciclagem de garrafas PET: prática inovadora e sustentabilidade em Manaus</i>	41
2.5	<i>Associações, Coletores e Coleta de Resíduos Plásticos.</i>	42
	CAPÍTULO III	46
3	METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO	46
3.1	<i>Especificação do Problema da Pesquisa</i>	46
3.2	<i>Caracterização e Design da pesquisa</i>	47

3.3	<i>Delineamento da Pesquisa</i>	48
3.4	<i>Operacionalização da pesquisa</i>	48
3.5	<i>Design da pesquisa</i>	49
	CAPÍTULO IV	50
4.1	HISTÓRICO DOS PROCESSOS DOS AVANÇOS RECENTES NA RECICLAGEM QUÍMICA DE POLÍMEROS (PP, PS, PEBD, PEAD, PVC, PC, NYLON, PMMA)	50
4.2	<i>A reciclagem química de poli tereftalato de etileno (PET)</i>	52
4.3	<i>A reciclagem química de polipropileno</i>	53
4.4	<i>Apresentação do projeto da telha</i>	55
4.5	<i>Telhas Ecológicas de PET reciclado</i>	56
	CAPÍTULO V	57
5	APLICAÇÃO DA PESQUISA: ESTUDO DE CASO	57
5.1	<i>A empresa em estudo e as cooperativas de reciclagem e o aproveitamento de garrafas PET</i>	57
5.1.1	<i>Perfil da Empresa</i>	57
5.1.2	<i>Ramo de Atividade</i>	58
5.1.3	<i>Produção de Telha</i>	58
5.1.4	<i>Produção Sustentável e Levantamentos de dados</i>	60
5.2	<i>Gestão Ambiental na Empresa Inova da Amazônia S/A</i>	64
5.3	<i>Identificação das Capacidades Tecnológicas</i>	64
5.4	<i>Análise e Discussões dos Resultados</i>	66
6.	CAPÍTULO VI	74
6.1	CONCLUSÃO	74
	REFERENCIAS	74
	ANEXOS	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Limpeza de igarapés	37
Tabela 2.2	Limpeza Pública Urbana (Quantidades anuais coletadas)	38
Tabela 2.3	Aperfeiçoamento do sistema de limpeza pública em Manaus	38
Tabela 2.4	Coleta seletiva (quantidades anuais coletadas)	39
Tabela 2.5	Coleta seletiva (quantidades diária/media)	39
Tabela 5.1	Produto, Código de barras e cor, embalagem e fixação	60
Tabela 5. 2	Principais atividades versus resultados esperados	68
Tabela 5.3	Montagem do protótipo das telhas versus Informações necessárias a respeito do produto para desenvolvimento do modelo numérico-computacional	69
Tabela 5.4	Propriedades e dados obtidos entre as telhas cerâmicas e as telhas de PET	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Cenário do ciclo de resíduos no Polo Industrial de Manaus em 2011	32
Figura 2.2	Geração de resíduos	33
Figura 2.3	Percentual de resíduos não perigosos	33
Figura 2.4	Percentual de resíduos perigosos	33
Figura 2.5	Percentuais de resíduos perigosos e não perigosos	34
Figura 3.1	Design da pesquisa	49
Figura 4.1	Técnicas de reciclagem de Polímeros	51
Figura 4.2	Técnicas de reciclagem química de PET	53
Figura 5.1	Mapa da Cidade onde estão localizadas as cooperativas e associações que trabalham com coleta seletiva de garrafas PET	57
Figura 5.2	Exemplo da Tele de PET	58
Figura 5.3	Display Dimensões	59
Figura 5.4	Display PDV	59
Figura 5.5	Abraçadeiras, Pré-cinto T50R UV NEGRO – T50R UV Preta	59
Figura 5.6	Declive do telhado	60
Figura 5.7	Processo de coleta das garrafas PET	61
Figura 5.8	Processo de trituração das garrafas pet e o armazenamento de estoque	62
Figura 5.9	Mostra o modelo de cumeeira feito com telha de reciclagem do PET	62
Figura 5.10	Resinas Sintéticas	63
Figura 5.11	Fixação das telhas	63
Figura 5.12	Resistência, durabilidade e Beleza	63
Figura 5.13	Vedação Total	63
Figura 5.14	Estrutura de Madeira da telha	71
Figura 5.15	Mostra 2 perfis U de 3” que servem de esticador de estrutura e base da estrutura	71
Figura 5.16	Telha romana, cumeeira e embalagens palatizadas	71
Figura 5.17	Embalagens palatizadas	72
Figura 5.18	Comparativo na pesagem entre telhas produzidas apartir de PET reciclado com os de telhas convencionais	72

LISTA DE SIGLAS

GA - Gestão ambiental

PP - Politereftalato de etileno

PS - Poliestireno

PEBD - Polietileno de baixa densidade

PEAD - Polietileno de alta densidade

PVC - Policloreto de vi Nilo

PC- Policarbonato

PMMA - Polimetil-metacrilato

PEV - Pontos de Entrega Voluntaria

PET – Politereftalato de Etileno

DS – Desenvolvimento Sustentável

RSU – Resíduos Sólidos

OMS – Organização Mundial de Saúde

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

GTISA – Grupo de Trabalho Interministeriais de Saneamento Ambiental

PRSU – Programa Resíduo Sólido Urbano

CNI – Confederação Nacional das Indústrias

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária

SEMPRE – Comissão Empresarial para Reciclagem

TRSD – Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares

TRSS – Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde

PIM – Polo Industrial de Manaus

ABC- Agência Brasileira de Cooperação

JICA – Agência de Cooperativa Internacional do Japão

PD – Plano Diretor

BD-IR – Banco de Dados de Inventário de Resíduos

CEDOLP – Comissão Especial de Divulgação e Orientação da Limpeza Pública

SEMUSP- Secretaria Municipal de Limpeza Pública

PPP – Parceria Pública Privada

IBAM – Indústria Brasileira de Administração Pública

BID – Banco Internacional de Desenvolvimento

IBAMA – Instituto Brasileiro o Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ABIPET – Associação Industrial de Manaus

CAPÍTULO I

1. Introdução

Com o aprimoramento na qualidade e durabilidade de produtos; o resgate de garrafas PET para a reciclagem e produção de telhas, é responsável em reduzir esse tipo de poluição na cidade de Manaus. Esse resíduo poderia ser descartado no meio ambiente poluindo rios, ruas, obstruindo bueiros e outros fatores agravantes; essa iniciativa esta gerando emprego e renda e contribuindo para o desenvolvimento social na cidade de Manaus.

O processo industrial de garrafas PET pode ser reciclado por processos químicos ou mecânicos. A reciclagem química do PET foi generalizada na Europa e baseia-se em condensações de polímeros secundários e utilização dos produtos resultantes para os efeitos da indústria e de material de fibra não tecida. O local da reciclagem mecânica requer uma transformação de fase (fusão) e pode ser atingido com ou sem polímero até a gradação (EHRIG, 1992; BELLETTI, 1997; AKOVALI, 1998; SCHEIRS, 1998; SANDRO & MARI, 1999; EREMA, 2002; AWAJA, 2005).

Esta pesquisa trata-se da aplicação da gestão ambiental (GA) no processo de inovação para a produção de telha produzida da reciclagem de garrafa de PET e busca a transformação de valores, atitudes e posicionamentos pelos quais a comunidade por intermédio do indivíduo esclarece conceitos voltados para a preservação da Amazônia e do meio ambiente e assim cooperando com a discussão a respeito do desenvolvimento tecnológico no âmbito da preservação ambiental e em particular da empresa Inova e da sociedade local. Para isso baseia-se em observações fornecidas pela organização para a utilização desses resíduos na fabricação de telhas para a construção civil, dado o preço de sua matéria-prima mais favorável a degradação do meio ambiente sendo uma alternativa para retirar do mesmo uma boa parte desse resíduo que não teria destino adequado e com certeza iria poluir cada vez mais o solo e o meio aquático da cidade de Manaus.

Observa-se, todavia que mesmo diante de variados e importantes estudos elaborados a respeito do processo de inovação em empresas do Brasil; segundo Rosal e Figueiredo, (2006), precisam-se realizar análises empíricas em variados estilos das organizações do mercado Brasileiro, fazendo com que a real gestão do processo de inovação e acumulação tecnológica seja devidamente conhecida neste país, contribuindo para o desenvolvimento de competências tecnológicas em economias emergentes, enfocando os aspectos referentes à gestão do

processo de inovação de uma empresa de pequeno porte que atua no setor de injeção termoplástica na cidade de Manaus.

A empresa em estudo; é destacada por fabricar um produto de maneira sustentável, reciclando materiais PET que seriam destinados ao lixão, ruas, igarapés e rios da cidade de Manaus, contribuindo dessa forma para a conservação da cidade e da própria Amazônia. Essa política de sustentabilidade é defendida pela empresa como o diferencial no seu âmbito de atuação (INOVA DA AMAZONIA S/A, 2013).

A reciclagem do PET tem como objetivo o reaproveitamento de materiais transformados em matéria-prima para a produção de telha, mitigando os impactos ambientais, sociais e econômicos. As maiores vantagens da reciclagem é a minimização na utilização de fontes naturais para o desenvolvimento de novos produtos, o que na maioria das vezes essas fontes não são renováveis e a degradação do meio ambiente é catastrófica e a quantidade de resíduos que necessitam de tratamento final como o PET precisa de tratamento (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

1.2 Identificação e justificativa da proposta da dissertação

Dentre todas as formas de resíduos sólidos que são depositados diariamente na natureza, as garrafas de poli tereftalato de etileno (PET), que são utilizadas principalmente pelas indústrias de refrigerantes, são motivo constante de preocupação dos ambientalistas.

As principais matérias-primas para a confecção das embalagens, que fazem parte deste mercado mundial são; o plástico, a celulose, o metal e o vidro. Dessas matérias-primas, a celulose é a mais utilizada (33%) pela indústria de embalagem, seguida do plástico (26%) e do metal (23%), ficando o vidro com apenas 6% do mercado. Com esses materiais, a indústria transformadora pode fabricar entre outros produtos o polietileno, polipropileno, PVC, PET, papel, papelão, alumínio, garrafas e potes (MESTRINER, 2002).

A reciclagem das garrafas PET propicia diversos benefícios ambientais, econômicos e sociais (ABIPET, 2013):

a) Benefícios Ambientais: A produção e uso das garrafas PET, em si já trazem vários benefícios para o meio ambiente. Sua reciclagem potencializa esses benefícios, pois a matéria-prima reciclada substitui material virgem em muitos outros produtos nos segmentos mais diferentes como construção civil, tintas, produção de automóveis e caminhões ou telefones celulares. Não bastasse o reaproveitamento de centenas de milhares de toneladas de embalagens que seriam indevidamente destinadas á reciclagem, o PET economiza recursos

naturais como a água e energia. É possível colaborar diretamente para que tudo isso aconteça: basta destinar adequadamente as garrafas de PET após o uso (ABIPET, 2013).

b) Benefícios Econômicos: A Indústria recicladora de PET no Brasil é economicamente viável, sustentável e funcional. Basta citar que cerca de 1/3 (um terço) do faturamento de toda a Indústria Brasileira do PET provém da reciclagem: gera impostos, empregos, renda e todos os demais benefícios de uma indústria de base sólida. Seu crescimento anual constante em média é superior a 11% desde 2000 e permite planejar novos investimentos – incrementados e incentivados pela criação de novos usos para o PET reciclado (ABIPET, 2013):

- Economia de petróleo, o plástico é um derivado deste;
- Economia de energia na utilização do PET reciclado, e;
- Geração de empregos.

Para a garrafa PET de 2 litros, a relação entre o peso da garrafa é de cerca de 54g e o conteúdo é mais favoráveis entre os descartáveis. O produto oriundo da reciclagem tem as seguintes características (ABIPET, 2013):

- ✓ Alta transparência;
- ✓ Massa reduzida;
- ✓ Alta resistência mecânica (impacto);
- ✓ Resistência química;
- ✓ Baixa permeabilidade para gases como o CO₂;
- ✓ Isolamento térmico e acústico.

c) Benefícios Sociais: No Brasil e em qualquer lugar do mundo onde a reciclagem do PET aconteça, a indústria têxtil é a maior usuária do insumo. Somente aqui, entretanto a diversidade de usos permite que o valor pago pela sucata seja altamente atrativo o ano todo; o que mantém em atividades em muitas das empresas que comercializam o material, bem como inúmeras cooperativas e seus catadores de PET, permitindo com que a rentabilidade desses empreendimentos, permaneça em patamares elevados; garantindo remuneração justa aos colaboradores a respeito da ausência de sistemas de coleta seletiva. Assim a garrafa PET reciclada permite sua utilização na indústria têxtil, na confecção de camisetas; móveis; aquecedor solar de baixo custo; coletores de água da chuva; iluminação interna através do aproveitamento da luz solar; vassoura com tiras de PET; luminárias, suporte para câmera digital, artesanatos, decoração em jardinagem, telhas, dentre outras aplicações (ABIPET, 2013).

1.3 HIPÓSITE DO TRABALHO

A hipótese básica estabelecida para esta dissertação é que, a reciclagem de garrafas PET para utilização em sistema de telhas sustentável, está relacionada com o processo de produção da organização, da responsabilidade com a política nacional de resíduos sólidos, a conservação do meio ambiente, educação ambiental e sustentabilidade das pessoas que trabalham com atividades oriundas de garrafas PET.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Aplicar a Gestão Ambiental na empresa Inova da Amazônia S/A de maneira mais ampla, visando o ordenamento da atividade humana para originar o menor impacto possível sobre o meio ambiente, dando foco na produção de telha ecológica a partir da reciclagem de garrafas PET.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar a processo de produção da empresa, para identificar o manejo dos resíduos gerados pelas atividades produtivas.
- Analisar o impacto ambiental no meio organizacional visando á melhoria do setor produtivo e meio ambiente.
- Mostrar os benefícios da construção de coberturas produzidas a partir da reciclagem de garrafas PET.
- Propor melhorias sobre o projeto de educação ambiental que é desenvolvido pela empresa em algumas escolas de nível fundamental no município de Manaus para conscientizar esse público sobre a conservação do meio ambiente, assim como a sustentabilidade local.

1.5 Contribuição e relevância da pesquisa

A utilização da garrafa PET reciclada na composição de telhas, é legitimada sob diversos aspectos:

- ✓ *Ambiental*: a degradação da garrafa PET é superior a 400 anos, e quando encaminhada ao aterro sanitário, impermeabiliza as camadas em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos e ocupando espaço consideráveis (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

✓ *Social*: possibilidade de geração de empregos diretos e indiretos a partir do estabelecimento da cadeia de coleta, seleção e produção da telha (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

✓ *Saúde*: as garrafas PET, quando descartadas em locais inadequados, possibilitam a proliferação de doenças como a dengue e a leptospirose: outro aspecto é o da substituição de produtos a base de amianto, comprovadamente nocivos à saúde humana (ABIPET, 2013).

✓ *Técnico*: a garrafa PET reciclada possui alta resistência mecânica, baixo peso e baixa permeabilidade de gases que faz o diferencial para a área da construção civil (SAVASTANO, 2010).

✓ *Economia*: a reciclagem de garrafa PET utiliza apenas 30% da energia necessária para a produção da resina virgem e as telhas confeccionadas pela composição das garrafas PET recicladas, são mais leves que as utilizadas no mercado, diminuindo consideravelmente a estrutura a ser utilizada na cobertura (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

1.6. Delimitação da pesquisa

Para a realização desse trabalho será utilizado o método de pesquisas bibliográficas em livros, sites, periódicos e outros suportes referentes ao tema, e ainda será utilizado o método de estudo de caso.

Para Yin (2010), diz que como estratégia de pesquisa, utiliza-se o estudo de caso em muitas situações, para contribuir com o conhecimento que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos e de grupo, além de outros fenômenos relacionados. Para o mesmo autor o seu objetivo é projetar bons estudos de caso e coleta; apresentar e analisar os dados de forma imparcial.

Nessa ótica, a referente pesquisa visa proporcionar a produção de telha como característica de estudo para o desenvolvimento sustentável do material reciclado das garrafas PET, bem como nas perspectivas ambientais, econômicas e sociais, gerando trabalho e renda a sociedade assim como para todas as associações de catadores de lixo, auxiliando um método prático de entrega para a empresa em questão do estudo (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

1.7. Estrutura do trabalho

No **Capítulo I**, inicia do desenvolvimento da dissertação apresentando à introdução, os objetivos, a relevância e contribuição da dissertação e o escopo do trabalho.

No **Capítulo II**, refere-se à revisão bibliográfica e o estado da arte por meio de pesquisas correlatas.

No **Capítulo III**, está orientado ao estudo dos procedimentos metodológicos e suas características que permitiram desenvolver métodos e técnicas capazes de elucidar os elementos por meio da observação, da especificação do problema da pesquisa, caracterização e designer da pesquisa, dos participantes, coleta de dados e análise de dados.

No **Capítulo IV**, apresenta o histórico dos processos dos avanços recentes na reciclagem química do PET, a reciclagem química de poli tereftalato de etileno (PET), apresentação do projeto da empresa Inova da Amazônia S/A, telha Ecológicas de PET reciclado, instalação do produto, tabela comparativa de peso e custo; (diferença entre a telha de barro, e a telha produzida da reciclagem de garrafas PET).

No **Capítulo V**, aborda a aplicação da pesquisa enfocando o estudo de caso: 1- a empresa de reciclagem e o aproveitamento das garrafas PET, perfil da empresa, ramo de atividade, produção de telha, produção sustentável e levantamentos de dados, gestão ambiental na empresa Inova da Amazônia S/A, identificação das capacidades tecnológicas, análise e discussões dos resultados.

No **Capítulo VI**, apresenta as conclusões proporcionadas pelos resultados da dissertação das telhas a partir da reciclagem de garrafas PET como inovação e perspectiva para construção civil, sugestões para trabalhos futuros e por último as referências.

CAPÍTULO II

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - ESTADO DA ARTE

O objetivo deste capítulo é dar uma visão geral do estado da arte sobre os pontos de abordagem que irão delinear a pesquisa, mostrando as seções dos aspectos do desenvolvimento sustentável relacionados ao meio ambiente, dando ênfase aos conceitos, ao aproveitamento de resíduos sólidos no perímetro urbano da cidade de Manaus, a legislação, política nacional de resíduos sólidos, bem como da responsabilidade do município de Manaus sobre os resíduos sólidos.

2.1. Desenvolvimento sustentável e meio ambiente urbano

A preservação do meio ambiente entendida como elemento essencial à satisfação da necessidade humana das gerações atuais e futuras, tem sido o ponto central das discussões acerca do meio ambiente e dos modelos de desenvolvimento. Dentre os diversos termos utilizados recentemente, o termo desenvolvimento sustentável adquire cada vez mais consenso; porém, ainda encontram na prática as suas maiores dificuldades (FENZIL & MACHADO, 2009).

Mota (1999) define o ambiente urbano como sendo formado por dois sistemas inter-relacionados: o “sistema natural” composto do meio físico e biológico, (solo, vegetação, animais, água, etc.) e o “sistema antrópico” consistindo do homem e de suas atividades de forma que o ambiente urbano interage com o ambiente natural e os reflexos das atividades humanas que podem ser vistas em ambos.

As cidades também podem ser definidas como ecossistemas, formados por necessidades biológicas e culturais. As necessidades biológicas são ar, água, espaço, energia (alimento e calor); abrigo e disposição de resíduos e as necessidades culturais, são organização política, sistema econômico (trabalho, capital, materiais e poder), tecnologia, transporte e comunicação, educação e informação, atividade social e intelectual (recreação, religião, senso de comunidade, etc. e segurança) (MARTINE & MCGRANAHAN, 2010).

Vale salientar que a cidade não funciona como um sistema fechado, onde o homem possa encontrar tudo o que necessita, mas sim, deve ser entendida como um sistema aberto, dependente de outras partes do meio ambiente geral. Esta característica de sistema aberto, que troca materiais e energia com outros ambientes para atender as necessidades do homem,

resultando na produção de resíduos que são lançados geralmente nas áreas urbanas, acaba gerando problemas ambientais nas próprias cidades, visto que parte do que entra na cidade volta para o ambiente externo na forma de produtos e muitas vezes como resíduo (MARTINE & MCGRANAHAN, 2010).

2.1.1. O Conceito de Desenvolvimento Sustentável

Desenvolvimento Sustentável é um conceito que foi proposto pela “Comissão Mundial do Desenvolvimento e Meio Ambiente”, em 1987. Essa comissão foi formada em 1984 pela Organização das Nações Unidas, tendo como coordenadora a primeira ministra da Noruega, *Gro Harlem Brundtland*. A comissão incluía 23 membros de 22 países. Por três anos consecutivos, a comissão e seus assessores estudaram os conflitos entre os crescentes problemas ambientais e as necessidades quase desesperadoras das nações em desenvolvimento. Concluíram que era tecnicamente viável prover as necessidades mínimas grosseiramente o dobro da população mundial até o próximo século de forma sustentável e sem degradação continuada dos ecossistemas globais (BRAGA *et al*, 2005).

Segundo Valle (2004), “desenvolvimento sustentável significa atender às necessidades das gerações atuais sem comprometer os direitos das futuras gerações atenderem as suas próprias necessidades”. O atual modelo de crescimento econômico gerou enormes desequilíbrios: se por um lado nunca houve tanta riqueza e fartura no mundo, por outro lado a miséria, a degradação ambiental e a poluição, aumentam dia-a-dia. Diante desta constatação surge a ideia do Desenvolvimento Sustentável (DS), buscando conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e ainda ao fim da pobreza no mundo.

O conceito de desenvolvimento sustentável não é simplesmente um modismo intelectual do final do século XX, senão é fruto da consciência dos graves problemas ambientais e socioeconômicos que a humanidade está enfrentando. As sociedades e nações socioeconômicas estão percebendo claramente os limites dos recursos naturais do planeta. Mais ainda, os princípios e as maneiras em que esta integração mundial ocorre, produz efeitos colaterais desastrosos, tais como; impactos ambientais de dimensões planetárias, níveis de injustiças sociais crescentes e uma voracidade desenfreada em relação aos recursos naturais. A percepção dessas limitações do modelo econômico globalizado traz consequências profundas na maneira de encarar o futuro da humanidade. Assim, o desenvolvimento sustentável pode ser considerado de certa maneira um contra conceito, na medida em que ele

surge como antítese a um desenvolvimento econômico e social do planeta que é percebido como insustentável (FENZIL & MACHADO, 2009).

A sociedade é um sistema complexo, longe do equilíbrio e regido por parâmetros que não obedecem à lógica mecanicista das ciências tradicionais. Eis a razão porque compreender o verdadeiro significado do conceito de desenvolvimento sustentável; requer compreender as dinâmicas dos sistemas complexos. Desenvolvimento sustentável, por ser um conceito novo e muito amplo, vem sendo interpretado das maneiras mais diversas, sempre dependendo dos interesses específicos dos usuários. As dificuldades em torno desse conceito se devem aos grandes números de ponto de vista, do alto nível de abstração e da falta de elementos operacionais capazes de medir concretamente a sustentabilidade de um processo de desenvolvimento. Em outras palavras: é preciso construir uma ciência inovadora para a sociedade sustentável (FENZIL & MACHADO, 2009).

Mahler (2007), as empresas que promovem práticas sustentáveis em suas cadeias de suprimentos, concentram-se em três valores centrais: 1- desenvolvimento econômico: promoção de lucro, criação de empregos, atração de consumidores, redução de custo, antecipação e gerenciamento de riscos e busca de competitividade ao longo do prazo; 2- responsabilidade ambiental: conservação de energia e recursos; consumo de energia renovável e menos poluente, reciclagem, minimização de embalagens e redução de emissão de carbono; 3- bem estar social: criação de normas e condições de trabalho, melhora da comunidade e desenvolvimento de responsabilidade social nos produtos e serviços.

2.1.2. O Aproveitamento de Resíduos Sólidos no Ambiente Urbano

Segundo CEMPRE (2010), 68% de todo refrigerante produzido no país é embalado em garrafas PET. Hoje a utilização do PET é feita em altíssima escala, aumentando ano a ano. De modo geral, todo o lixo produzido e descartado em lixões sem que haja um programa apropriado de reciclagem, já produz um forte impacto no meio ambiente. Países desenvolvidos ou em desenvolvimento são os que mais contribuem para o aumento deste volume de lixo produzido; quanto mais rico o país, maior é o consumo e conseqüentemente maior a produção de resíduos.

A quantidade de dejetos só tende a aumentar, podendo ocasionar o esgotamento de recursos naturais, poluição do ar, água e o solo; além de problemas de saúde pública, devido à proliferação de parasitas e surgimento de doenças. O descarte indevido de garrafas PET possui um agravante: seu volume é relativamente amplo, principalmente se considerarmos a

quantidade de garrafas consumidas e descartadas todos os dias (CEMPRE, 2010).

2.1.2.1. Dados Gerais

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são um problema grave na degradação do ambiente. “No Brasil acerca de 53% dos resíduos sólidos urbano são despejados a céu aberto (lixões)”. O desenvolvimento socioeconômico e a evolução dos hábitos e modo de vida geram um consumo excessivo que conduz a destruição de recursos e á geração de grande quantidade de resíduos; principalmente de embalagem. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), “um resíduo é algo que seu proprietário não mais deseja em um dado momento e em determinado local e que não tem um valor de mercado” (IBGE, 2002).

Todo material quando não tem mais valor de uso ou não existe mais utilidade em conservá-lo é denominado resíduo ou lixo. Por definição; resíduo sólido urbano inclui aquele que é descartado por residências, instalações comerciais, instituições, fazendas e fabricas pequena. Já os resíduos industriais incluem o que é gerado na indústria pesada, automobilística, de construção civil, demolições e resíduos de incineração (PIVA & WIEBECK, 2004).

2.2 A nova legislação sobre resíduos sólidos - A Problemática "Resíduos Sólidos"

Segundo dados de 2008 por meio da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), 99,96% dos municípios brasileiros têm serviços de manejo de Resíduos Sólidos, mas 50,75% deles dispõem seus resíduos em vazadouros; 22,54% em aterros controlados; 27,68% em aterros sanitários. Esses mesmos dados apontam que 3,79% dos municípios têm unidade de com postagem de resíduos orgânicos; 11,56% têm unidade de triagem de resíduos recicláveis; e 0,61% têm unidade de tratamento por incineração. A prática desse descarte inadequado provoca sérias e danosas consequências á saúde pública e ao meio ambiente e associa-se o triste quadro socioeconômico de um grande número de famílias que excluídas socialmente, sobrevivem dos "lixões" de onde retiram os materiais recicláveis que comercializam (IBGE, 2008).

O quadro institucional atual também é negativo apesar de encontrar-se em fase de alteração. A maioria das Prefeituras Municipais ainda não dispõe de recursos técnicos e financeiros para solucionar os problemas ligados à gestão de resíduos sólidos. Ignoram-se muitas vezes, possibilidades de estabelecer parcerias com segmentos que deveriam ser envolvidos na gestão e na busca de alternativas para a implementação de soluções: raramente

utiliza-se das possibilidades e vantagens da cooperação com outros entes federados por meio do estabelecimento de consórcios públicos nos moldes previstos pela Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e Lei de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005) e de seus respectivos decretos de regulamentação, Decreto nº 7217/2010 e Decreto nº 6.017/2007). Ainda é frequente observar-se a execução de ações em resíduos sólidos sem prévio e adequado planejamento técnico-econômico, sendo esse quadro agravado pela falta de regulação e controle social no setor (MC, 2013).

2.2.1 Importância da Instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos

Em 1988, com a promulgação da Constituição Federal, o município passou a ser um ente federativo autônomo, dotado de competências próprias, independência administrativa, legislativa e financeira e em particular com a faculdade de legislar sobre assuntos de interesse local; suplementar a legislação federal e a estadual e ainda organizar e prestar diretamente ou sob regime de concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local de caráter essencial (Artigo 30 incisos I, II e V), daí derivando a interpretação de que o município é, portanto, o detentor da titularidade dos serviços de limpeza urbana e toda a gestão e manejo e dos resíduos sólidos, desde a coleta até a sua destinação final (CF, 1988).

No entanto, embora existam normas que abordam a temática dos resíduos sólidos, especialmente Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, ainda não há no País um instrumento legal que estabeleça diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos para orientar os Estados e os Municípios na adequada gestão desses resíduos (MMA, 2013).

2.2.2 Evolução Histórica sobre Resíduos Sólidos

Segundo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013) ao longo do tempo o Brasil buscou entendimento no sentido de resolver sobre os aspectos dos resíduos sólidos em meios urbanos. Sendo assim, segue cronologicamente toda a evolução que tornaram realidade a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Em 1991, Projeto de Lei 203 dispõe sobre acondicionamento, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos de serviços de saúde (MMA, 2013).

Em 30 de junho de 1999, Proposição CONAMA 259, intitulada Diretrizes Técnicas para a Gestão de Resíduos Sólidos. Aprovada pelo plenário do conselho, mas não chegou a ser publicada (MMA, 2013).

Já em 2001 a Câmara dos Deputados cria e implementa a Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos com o objetivo de apreciar as matérias contempladas nos projetos de lei apensados ao Projeto de Lei 203/91 e formular uma proposta substitutiva global. Com o encerramento da legislatura, a Comissão foi extinta. Neste mesmo ano é realizado em Brasília o 1º Congresso Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis, com 1.600 congressistas, entre catadores, técnicos e agentes sociais de 17 estados. Eles promoveram a 1ª Marcha Nacional da População de Rua, com 3.000 participantes (MMA, 2013).

Já em 2005 foi criado grupo interno na Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos do MMA para consolidar contribuições do seminário CONAMA os anteprojetos de lei existentes no Congresso Nacional e as contribuições dos diversos atores envolvidos na gestão de resíduos sólidos. Encaminhado anteprojeto de lei de “Política Nacional de Resíduos Sólidos”, debatido com Ministérios das Cidades, da Saúde, mediante sua Fundação Nacional de Saúde FUNASA, do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior do Planejamento, Orçamento e Gestão do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e da Fazenda. É Realizada II Conferência Nacional de Meio Ambiente, para consolidar participação da sociedade na formulação de políticas ambientais. Um dos temas prioritários são os resíduos sólidos. Foram realizados seminários regionais de resíduos sólidos, promovidos pelo CONAMA, Ministério do Meio Ambiente, Ministério das Cidades, FUNASA, Caixa Econômica Federal e ainda debates com a Confederação Nacional das Indústrias (CNI), Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), e com outras entidades e organizações afins, tais como Fórum Lixo & Cidadania e Comitê Interministerial de Inclusão Social dos Catadores de Lixo. Foi Instituída neste mesmo ano a nova Comissão Especial na Câmara dos Deputados (MMA, 2013).

No ano de 2006 foi Aprovado relatório (deputado Ivo José) que trata do PL 203/91 acrescido da liberação da importação de pneus usados no Brasil (MMA, 2013).

Em 2007 o Executivo propõe em setembro, o PL 1991. O projeto de lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos considerou o estilo de vida da sociedade contemporânea, que aliado às estratégias de marketing do setor produtivo, leva a um consumo intensivo provocando uma série de impactos ambientais a saúdes públicas e sociais incompatíveis com o modelo de desenvolvimento sustentado que se pretende implantar no Brasil (MMA, 2013).

O PL 1991/2007 apresenta forte inter-relação com outros instrumentos legais na esfera federal, tais como a Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e a Lei dos Consórcios

Públicos (Lei nº 11.107/1995), e seu Decreto regulamentador (Decreto nº. 6.017/2007). De igual modo está inter-relacionado com as Políticas Nacionais de Meio Ambiente, de Educação Ambiental, de Recursos Hídricos, de Saúde, Urbana, Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior e as que promovam inclusão social. Texto é finalizado e enviado à Casa Civil. É Constituído GT (GTRESID) para analisar subemenda substitutiva proposta pelo relator, deputado Arnaldo Jardim, que envolveu reuniões com a Casa Civil (MMA, 2013).

Em 2008 foram realizadas audiências públicas, com contribuição da CNI, da representação de setores interessados, do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis e dos demais membros do GTRESID (MMA, 2013).

Em junho de 2009, uma minuta do Relatório Final foi apresentada para receber contribuições adicionais (MMA, 2013).

No dia 11 de março de 2010, o plenário da Câmara dos Deputados aprovou em votação simbólica um substitutivo ao Projeto de Lei 203/91, do Senado que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e impõe obrigações aos empresários, aos governos e aos cidadãos no gerenciamento dos resíduos. Depois o projeto seguiu para o Senado. Foi analisado em quatro comissões e no dia 7 de julho foi aprovado em plenário (MMA, 2013).

No dia 2 de agosto, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em cerimônia no Palácio do Itamaraty, sancionou a lei que cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2013).

No dia 23 de dezembro é publicado no Diário Oficial da União o Decreto nº 7.404, que regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e dá outras providências. Também no dia 23 é publicado o Decreto nº 7405, que institui o Programa Pró-Catador denomina Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis; o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003 dispõe sobre sua organização e funcionamento e dá outras providências (MMA, 2013).

Enfim, a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário do País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (MMA, 2013):

✓ Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento

da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos, (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

✓ Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo.

✓ Cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e instituem instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

✓ O Brasil em patamar de igualdade é colocado aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e inova com a inclusão de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na logística reversa quando na coleta seletiva.

✓ Além disso, os instrumentos da PNRS ajudarão o Brasil a atingir uma das metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que é de alcançar o índice de reciclagem de resíduos de 20% em 2015 (MMA, 2013).

2.2.3 Alguns Pontos Importantes da Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos

✓ A Lei sancionada incorpora conceitos modernos de gestão de resíduos sólidos e se dispõe a trazer novas ferramentas à legislação ambiental brasileira. Ressaltam-se alguns desses aspectos quais sejam:

✓ Acordo Setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;

✓ Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos pela minimização do volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como pela redução dos impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos nos termos desta Lei;

✓ Logística Reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a

restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos ou outra destinação final ambientalmente adequada;

✓ Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

✓ Ciclo de Vida do Produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;

✓ Sistema de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR): tem como objetivo armazenar, tratar e fornecer informações que apoiem as funções ou processos de uma organização. Essencialmente é composto de um subsistema formado por pessoas, processos, informações e documentos, e outro composto por equipamentos e seus meios de comunicação;

✓ Catadores de materiais recicláveis: diversos artigos abordam o tema com o incentivo a mecanismos que fortaleçam a atuação de associações ou cooperativas, o que é fundamental na gestão dos resíduos sólidos;

✓ Planos de Resíduos Sólidos: O Plano Nacional de Resíduos Sólidos a ser elaborado com ampla participação social contendo metas e estratégias nacionais sobre o tema. Também estão previstos planos estaduais, microrregionais, de regiões metropolitanas, planos intermunicipais, municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

2.2.4. A nova legislação sobre resíduos sólidos no estado do Amazonas

Existem várias leis, resoluções que podem ser aplicadas no município de Manaus, entretanto há pouca aplicabilidade dessas leis, uma vez que todos nós temos responsabilidades perante todas as atividades que possam prejudicar o meio ambiente, principalmente no que refere aos resíduos sólidos industriais como será comentado na seção seguinte.

✓ LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007 - Artigo 1º Esta Lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.

No artigo 7º: Para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

I - de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por com postagem e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

✓ LEI N.º 1.404, DE 18 DE JANEIRO DE 2010: DISPÕE sobre a implantação de coleta seletiva de lixo em Shopping Center e centros comerciais no município de Manaus, e dá outras providências.

✓ LEI N.º 1.404, DE 18 DE JANEIRO DE 2010: DECRETO N.º 1.349, DE 9 DE NOVEMBRO DE 2011 - APROVA o Plano Diretor Municipal de Resíduos Sólidos de Manaus, na forma do Anexo Único deste Decreto.

✓ PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: PORTARIA N.º 011/2012, DE 14 DE MARÇO DE 2012. Proíbe o descarte para destinação final e tratamento dos denominados “resíduos de terceiros” nas dependências do Aterro de Resíduos Sólidos Públicos do Município de Manaus e dá outras providências.

✓ DOM 2888 14.03.2012 CAD11 Página 43. LEI COMPLEMENTAR N.º 001, DE 20 DE JANEIRO DE 2010: DISPÕE sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de Manaus; autoriza o Poder Público a delegar a execução dos serviços públicos mediante concessão ou permissão; institui a Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares – TRSD, a Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde – TRSS e dá outras providências.

✓ Lei Complementar nº 001 de 20 de janeiro de 2010: DISPÕE sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de Manaus; autoriza o Poder Público a delegar a execução dos serviços públicos mediante concessão ou permissão; institui a Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares - TRSD, a Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde - TRSS e dá outras providências.

✓ LEI N.º 1.648, DE 12 DE MARÇO DE 2012: institui o Programa de Reciclagem, Reutilização ou Reaproveitamento de garrafas de tereftalato de polietileno (PET) ou plásticas em geral no município de Manaus e dá outras providências.

2.2.5 Responsabilidade da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA.

✓ Esta pesquisa apresenta a consolidação prévia do inventário de resíduos sólidos do Polo Industrial de Manaus (PIM). Esta consolidação propõe-se desde sua idealização

conforme descrita no histórico a seguir a servir como ferramenta para viabilizar uma melhor e adequada gestão de resíduos neste PIM situado no coração da Amazônia (SUFRAMA, 2012).

✓ A preocupação com a redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos das empresas do parque fabril local motivou a Agência Brasileira de Cooperação (ABC), SUFRAMA e Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) a firmar um acordo de cooperação técnica com o objetivo de avaliar as atuais condições de gestão de resíduos industriais no PIM. Tal acordo de cooperação técnica deu origem ao projeto intitulado “Estudo para o Desenvolvimento e uma Solução Integrada relativa à Gestão de Resíduos Industriais no PIM”. Após o estudo ter sido concluído, foi elaborado pela equipe JICA um relatório final e um Plano Diretor (PD) para melhorias da gestão de resíduos no PIM a serem aplicadas de 2011 a 2015 (SUFRAMA, 2012).

A Figura 2.1 mostra o cenário do ciclo de resíduos.

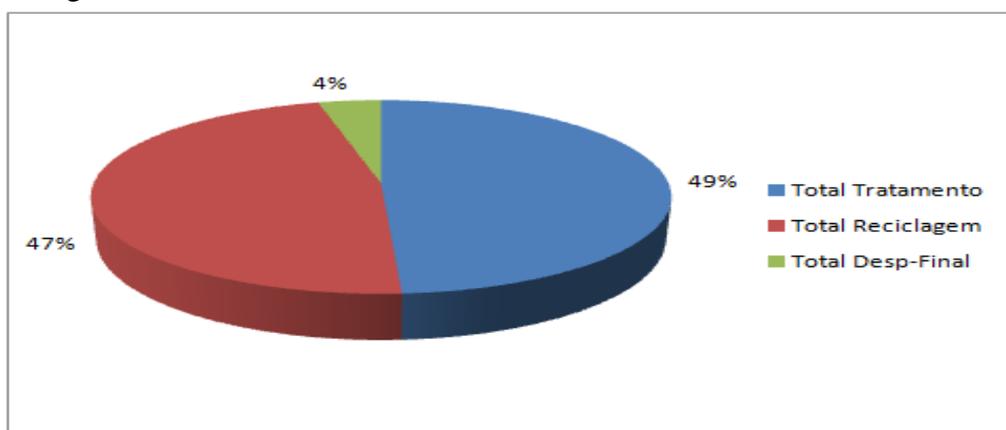


Figura 2.1: cenário do ciclo de resíduos no Pólo Industrial de Manaus em 2011.
Fonte: Inventários de Resíduos de 2011 gerados via BD_IR e enviados à Suframa até Novembro de 2012 (SUFRAMA, 2012).

A Figura 2.2 mostra o quantitativo da geração de resíduos quanto à periculosidade.

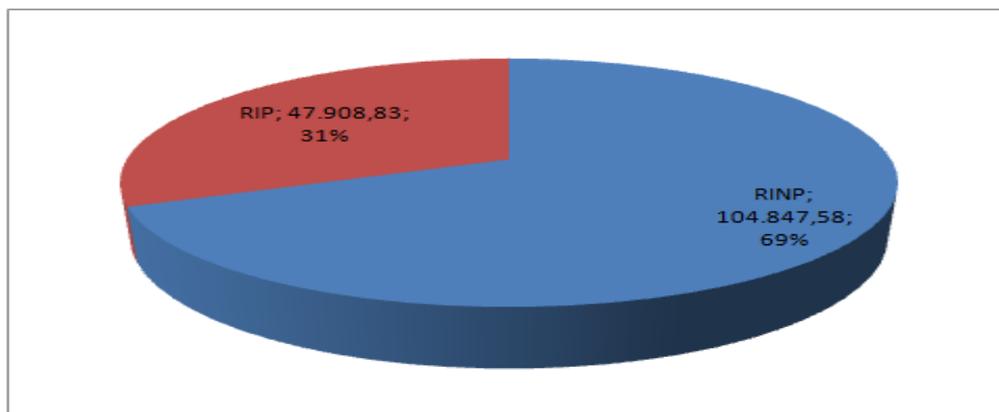


Figura 2.2: geração de resíduos.
Fonte: Inventários de Resíduos de 2011 gerados via BD_IR e enviados à Suframa até Novembro 2012/Resolução n.º 313/2002 do CONAMA (SUFRAMA, 2012).

A Figura 2.3 mostra o percentual de resíduos não perigosos gerados no período.

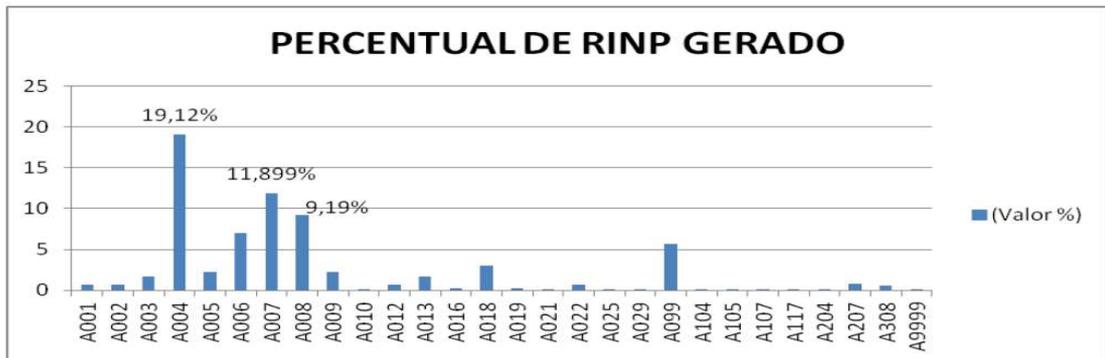


Figura 2.3: Percentual de resíduos não perigosos

Fonte: Inventários de Resíduos de 2011 gerados via BD_IR e enviados à Suframa até Novembro/2012/Resolução n.º 313/2002 do CONAMA (SUFRAMA, 2012).

A Figura 2.4 mostra o percentual de resíduos perigosos gerados no período.

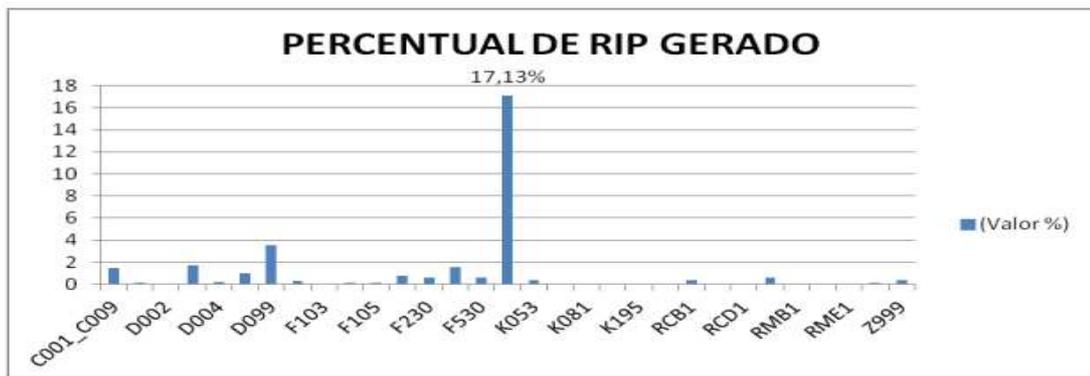


Figura 2.4: Percentual de resíduos perigosos.

Fonte: Inventários de Resíduos de 2011 gerados via BD_IR e enviados à Suframa até Novembro/2012/Resolução n.º 313/2002 do CONAMA (SUFRAMA, 2012).

A Figura 2.5 apresenta os percentuais de resíduos (perigosos e não perigosos).

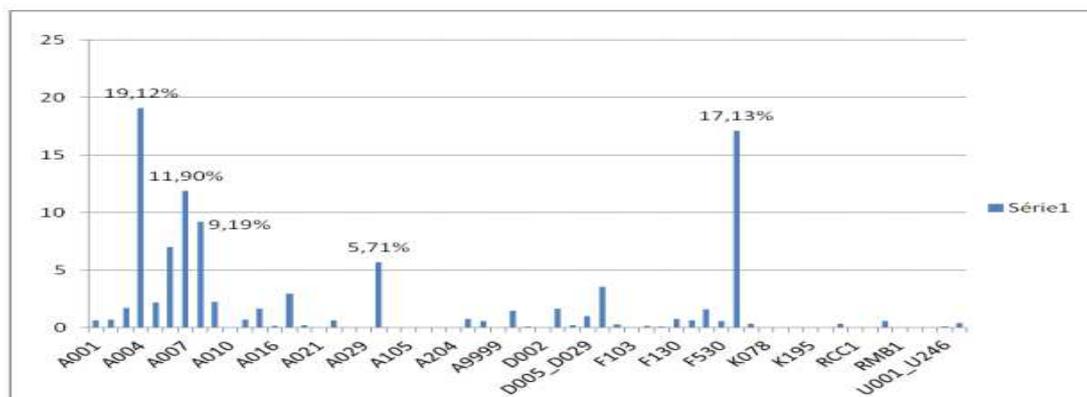


Figura 2.5: percentuais de resíduos perigosos e não perigosos

Fonte: Inventários de Resíduos de 2011 gerados via BD_IR e enviados à Suframa até Novembro/2012/Resolução n.º 313/2012 do CONAMA (SUFRAMA, 2012).

A presente consolidação, embora contenha dados de resíduos relativos a 10% do universo de empresas alvo dos trabalhos de disseminação do (BD-IR), espelha um painel fidedigno, ou seja; próximo do que vem a ser a realidade atual da gestão de resíduos sólidos industriais no PIM, considerando que as maiores geradoras do Polo de duas rodas e do Polo de eletroeletrônicos estão entre os 44 inventários de 2012 (exercício de 2011) consolidados.

Acredita-se que, pelo segundo ano seguido, o alicerce para a consolidação do Inventário de Resíduos Sólidos Industriais do PIM, de acordo com os preceitos da Resolução CONAMA n.º 313/2002 e com as orientações constantes do Plano Diretor resultante do estudo da JICA, foi estabelecido com êxito. O trabalho remanescente até 2015 consiste em continuar a ampliação de usuários do BD_IR e em administrar os progressos já alcançados, além de implantar outras diretrizes propostas no Plano Diretor (SUFRAMA, 2012).

2.3 A produção diária de resíduos sólidos em Manaus.

Segundo dados da Prefeitura de Manaus, o município gerou em 2013, uma média 2.905 toneladas de resíduos sólidos por dia.

2.3.1 Definição do serviço de coleta da Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos (SEMULSP, 2013):

✓ Coleta Domiciliar: São resíduos coletados gerados em moradias uni - familiares e multi-familiares;

✓ Coleta de Resíduos Hospitalares: São todos os resíduos gerados nos centros de atenção a saúde incluindo laboratórios de análises que apresentam características infecciosas, corrosivas, reativas, tóxicas, inflamáveis, irritantes, e que possam constituir risco a saúde ou para o ambiente;

✓ Remoção mecanizada: É a remoção dos resíduos realizada através de equipamentos (pá mecânica), provenientes de mutirões de limpeza, entulhos e igarapés;

✓ Remoção Manual: É a remoção realizada manualmente, em lugares de difícil acesso para o coletor tais como becos, ruas sem saída, piso sem asfalto, fiação baixa, lugares distantes e ramais;

✓ Coleta de poda: São os resíduos provenientes de cortes de árvores e aparas de galhos;

✓ Coleta Seletiva: É o recolhimento dos materiais que são passíveis de serem reciclados, previamente separados na fonte geradora, tais como papéis, plásticos, metais e vidros;

✓ Limpeza de igarapés: É a remoção mecanizada dos resíduos coletados que são jogados nos igarapés e posteriormente removidos através da limpeza dos mesmos;

✓ Terceiros: São resíduos provenientes de empresas privadas e pessoas físicas que somente com autorização expedida pela secretaria, podem despejar seus resíduos no aterro.

O segmento da Limpeza Pública de Manaus ganhou novos contornos desde o ano de 2009, quando uma série de iniciativas inéditas começou a transformar um quadro estagnado há décadas em uma verdadeira política municipal de limpeza pública. Essa política contempla todos os elementos da organização da prestação de serviços, preservação ambiental, fiscalização de posturas e, em grande escala a sensibilização e educação ambiental da população.

Uma equipe plural coordenada pela SEMULSP tem buscado levar à população a mensagem fundamental da necessidade da seleção entre os resíduos recicláveis e os que serão descartados, assim como os cuidados que devem ser adotados na destinação final dos resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados.

Em função dessa nova postura da limpeza pública, foi criada em 2010, a Comissão Especial de Divulgação e Orientação da Política de Limpeza Pública (CEDOLP) que hoje é a “ponta de lança” da SEMULSP levando a mensagem da coleta seletiva, da educação ambiental e da mudança de comportamento em relação ao descarte de resíduos em áreas coletivas verdes ou nos recursos hídricos a todos os bairros da cidade.

Esses instrumentos formam uma frente multidisciplinar que está consolidando uma nova postura do segmento da limpeza pública conforme prevê a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Esta lei define que a responsabilidade sobre a geração e destinação do lixo em cada município brasileiro é compartilhada entre o poder público e os cidadãos, encerrando assim uma relação paternalista em que apenas a administração municipal tem deveres para com seus munícipes e descortinando uma fase de reorganização e reestruturação que define não apenas o oferecimento dos serviços de limpeza pública, mas também permite uma cobrança efetiva das responsabilidades civis de cada cidadão.

2.3.2. Educação Ambiental e campanha de conscientização

A Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos (SEMULSP) criou a Comissão Especial de Divulgação e Orientação da Política de Limpeza Pública (CEDOLP) especialmente para atuar com a conscientização ambiental da população. A comissão tem cerca de 80 membros – oriundos de duas empresas que prestam serviços de coleta de resíduos

domiciliares (TUMPEX e ENTERPA) conforme previsto em seus contratos com a Prefeitura de Manaus e também dos bolsistas do programa Bolsa Universidade que de acordo com o programa devem prestar uma contrapartida à gratuidade ou redução dos valores das mensalidades que eles pagam em universidades particulares. Essa comissão foi formada em novembro de 2010 de acordo com determinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010) com a exata função de levar orientação e educação ambiental a todos os segmentos sociais (SEMULSP, 2013).

A metodologia de trabalho da Comissão Especial de Divulgação e Orientação da Política de Limpeza Pública (CEDOLP) é de porta, porta. Seus membros visitam um bairro, um centro comercial, um órgão ou instituição (geralmente a pedido) e levam para o grupo as mensagens panfletaria e argumentos em favor da implantação da coleta seletiva e da proteção do meio ambiente. Esse trabalho era realizado de forma tímida e descontinuado em gestões anteriores e não produzia resultados palpáveis. Porém, em seu primeiro ano de vida (2011, 2012 e em 2013), a CEDOLP se consolidou como a linha de frente da SEMULSP e já conseguiu levar a mensagem da proteção ambiental a milhares de cidadãos manauenses (SEMULSP, 2013).

2.3.3. Pontos de Entrega Voluntária (PEV) em toda a Zona Leste

Em um ano de atuação a Prefeitura de Manaus já conseguiu instalar Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de resíduos recicláveis em 67 escolas municipais, todas na Zona Leste. Esse é o resultado de um esforço que começou em setembro de 2012 reunindo a SEMULSP e a Secretaria Municipal de Educação (SEMED), numa operação conjunta de educação de alunos, professores, gestores e população moradora do entorno das unidades escolares (SEMULSP, 2013).

À frente da tarefa, a CEDOLP leva a mensagem da importância e da necessidade de se promover a coleta seletiva.

2.3.4. Limpeza de Igarapés

A retirada dos resíduos sólidos flutuantes durante a cheia e daqueles enterrados nos leitos e margens dos igarapés de Manaus durante a vazante, a limpeza dos igarapés de Manaus ganhou reforço de mão de obra com a terceirização e conseqüentemente mais eficiência na retirada de resíduos sólidos das águas e dos igarapés que cortam a cidade. Em 2009 a média diária de resíduos retirados dos canais era de oito mil quilos diários, e em 2010, essa média passou para 17,5 mil quilos diários, se mantendo com o mesmo quantitativo ao longo de 2011 e 2012. Com as campanhas educativas e a implantação da coleta seletiva nas zonas leste (já

iniciada) e Norte (em início) da cidade, a expectativa é que esses números recuem cada vez mais (SEMULSP, 2013) com apresenta a Tabela 2.1. O que não aconteceu.

2.3.4.1 Dados da Limpeza dos igarapés

Tabela 2.1: Limpeza de igarapés

Limpeza de igarapés	Média diária	Média mensal	Total ano
2009	8 mil quilos	240 mil quilos	2.880 toneladas
2010	17,5 mil quilos	525 mil quilos	6.300 toneladas
2011	17,5 mil quilos	525 mil quilos	6.300 toneladas
2012	17,5 mil quilos	525 mil quilos	6.300 toneladas
2013	26,6 mil quilos	800 mil quilos	9.600 toneladas

Fonte: SEMUSP, (2013).

a) Limpeza urbana

Os lixos gerados pelos habitantes da cidade de Manaus é uma preocupação para as secretarias que administram a destinação dos resíduos encampada também pela Prefeitura do Município que tem adotado uma série de ações no sentido de reduzir a quantidade de resíduos sólidos depositados em ruas, praças, avenidas, nos igarapés que cortam a cidade, nas margens dos rios, Negro e Solimões. A meta da Prefeitura é diminuir cada vez mais a quantidade de resíduo depositado nesses locais; a quantidades de resíduos coletado durante o ano e os números totais da limpeza urbana que envolve a coleta domiciliar, coleta hospitalar, remoção mecânica, mutirões de limpeza, remoção manual de coleta de poda e jardinagem, passou de 1 milhão de toneladas ano em 2010 para 960 mil ano em 2011; são apenas 40 mil toneladas menos de um mês de coleta domiciliar que vale a pena ser registrado como apresenta a Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Limpeza Pública Urbana (Quantidades anuais coletadas).

Limpeza Pública Urbana (quantidades anuais coletadas)	
2009	888 mil toneladas
2010	1, milhão de toneladas
2011	960 mil toneladas
2012	965 mil toneladas
2013	800 mil toneladas

Fonte: SEMUSP, (2013).

A Tabela 2.3 apresenta o aperfeiçoamento do sistema de limpeza pública urbana de Manaus; também pode ser auferido pelo crescimento dos números relativos a outros serviços oferecidos pelo setor.

Tabela 2.3 – Aperfeiçoamento do sistema de limpeza pública em Manaus

Aperfeiçoamento do sistema de limpeza pública em Manaus	2009	2010	2011	2012	2013
Coleta Hospitalar (média diária)	9 Toneladas	10 toneladas	13 toneladas	15 toneladas	17 toneladas
Logradouros atendidos (capinação e jardinagem)	449	631	857	900	983 toneladas
Igarapés que recebem limpeza	160	123	230	270	320 toneladas
Bairros atendidos (capinação e jardinagem)	84	41	75	87	91 toneladas
Centros de saúde atendidos (capinação e jardinagem)	115	241	176	198	210 toneladas
Pintura de meio fio (logradouros)	157	379	358	345	357 toneladas
Escolas (capinação e jardinagem)	208	252	406	453	458 toneladas
Praças (limpeza, manutenção, jardinagem e revitalização)	151	213	327	453	427 toneladas

Fonte: SEMUSP, (2013)

b) Coleta seletiva

Na coleta seletiva, o ponto principal é o trabalho de conscientização da população que está sendo executado porta a porta, pela Comissão Especial de Divulgação e Orientação da Política de Limpeza Pública (CEDOLP). Esse trabalho começou em 2010 e foi executado ao longo de todo o ano de 2011. Em 2012, ele foi intensificado com a consolidação da coleta seletiva nas 67 escolas da Zona Leste que já estão funcionando como (PEV) e o acréscimo de outras 54 unidades escolares da Zona Norte de Manaus nesse mesmo sistema (SEMUSP, 2013).

Nos últimos três anos a coleta seletiva tem se mantido no patamar médio de um milhão de quilos de resíduos recicláveis, porém a previsão é que esse total aumente em pelo menos 30% ao longo de 2013, com a coleta seletiva em mais de 120 PEV instalados nas escolas municipais. A média diária de resíduos recicláveis recolhidos em Manaus era até 2011, três toneladas por dia: em 2013, a SEMUSP recolhe de 12 e 15 toneladas de resíduos da coleta seletiva (SEMUSP, 2013).

Por meio da logística da SEMULSP esses resíduos sólidos são encaminhados a 18 organizações de catadores credenciados junto ao órgão para serem reaproveitados, sendo; cinco associações de catadores; seis núcleos de catadores; três cooperativas de catadores e quatro grupos independentes vinculados a trabalhos sociais de igrejas, etc.

Esses catadores selecionam os materiais enviados e vendem para empresas recicladoras auferindo assim, renda e dignidade para si como apresentam as Tabelas 2.4 e 2.5.

Tabela 2.4 – Coleta seletiva (quantidades anuais coletadas)

2009	1,11 mil toneladas
2010	1,02 mil toneladas
2011	1,06 mil toneladas
2012	1,12 mil toneladas
2013	1,15 mil toneladas

Fonte: SEMUSP, (2013).

Tabela 2.5 – Coleta seletiva (quantidades diárias/média)

2010/201	3 toneladas
2011/2012	12 a 15 toneladas
1012/2013	21 toneladas

Fonte: SEMUSP, (2013).

a) Plano Diretor de Resíduos Sólidos

O decreto que estabeleceu o Plano Diretor Municipal de Resíduos Sólidos de Manaus, Decreto nº 1.349 foi assinado pelo prefeito Amazonino Mendes em novembro de 2011 e chegou carregado de significados não só legais, mas também comportamentais. Essa lei que agora rege o sistema de limpeza pública de Manaus faz avaliações sobre os processos de geração, coleta e destinação de resíduos sólidos e ainda prevê direitos e deveres para todos os protagonistas do sistema (tanto da iniciativa pública quanto da iniciativa privada) e propõe metas para modernização, operação e gerenciamento desses processos (PMM, 2013).

Ela prevê, por exemplo, a melhoria da rede de infraestrutura de coleta e de tratamento dos resíduos gerados, a redução da geração de resíduos sólidos bem como o fomento à reutilização, a recuperação e à reciclagem, a promoção da sustentabilidade econômica do modelo de gestão dos resíduos, a formalização, capacitação profissionalização e integração completa do setor informal no manejo de resíduos, etc.

Uma das principais mudanças que o (PDMRS) propõe para Manaus é a definição da “responsabilidade compartilhada”, conforme preconizada pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Ou seja, a conscientização de que a responsabilidade pela destinação final do lixo gerado na cidade é de todos os agentes do sistema, sendo; a população, cada residência, comércio, indústria ou órgão público (PMM, 2013).

O Plano Diretor prevê também a criação de uma agência reguladora para o setor, a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB), que terá competência regulatória sobre todo o sistema de limpeza pública urbana. A AMLURB terá poderes para fiscalizar o cumprimento das leis, contratos e outros; poderá baixar instruções normativas, intermediar conflitos nesse segmento, etc. (PMM, 2013).

Por fim, na medida em que vai definindo as funções de cada protagonista do segmento da limpeza urbana de Manaus, o Plano Diretor Municipal aponta com clareza a inclusão socioeconômica da categoria dos catadores de resíduos recicláveis, assim como sua participação em todas as iniciativas que buscarão reduzir a geração de resíduos sólidos na cidade. Os catadores e suas associações são considerados de fundamental importância nesse processo de implantação de coleta seletiva em toda a cidade, e por esse motivo o PDMRS preconiza sua organização e institucionalização imediata (PMM, 2013).

2.4. Garrafas PET: produção, descarte e meio ambiente.

Utilizadas principalmente por indústrias de refrigerantes e sucos, as garrafas PET movimentam hoje um mercado que produz cerca de 9 bilhões de unidades anualmente só no Brasil, das quais 53% não são reaproveitadas. Com isso cerca de 4,7 bilhões de unidades são descartadas por ano no meio ambiente. Entre 1995 e 2005, a produção de (PET) o plástico poli tereftalato de etileno para a fabricação de garrafas subiu de 120 mil toneladas para 374 mil toneladas, alavancado principalmente pela indústria de refrigerante.

✓ Agora o que tem despertado a preocupação de ambientalistas e autoridades ligadas ao setor, é o interesse crescente de fabricantes de cerveja por esse tipo de embalagem. Duas pequenas empresas já usam o produto para comercializar chope em São Paulo, e uma terceira em Recife está testando resina plástica para embalagem de cerveja. Segundo a engenharia química Renata Vault; seriam necessários mais 4,5 bilhões de garrafas para atender á demanda das cervejarias (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

Além do problema com o descarte das unidades na natureza, especialistas chamam a atenção para o fato de hoje não haver responsabilidade jurídica sobre a destinação do material

por parte de quem fabrica ou consome produtos embalados em garrafas PET (ALEGRIA, 2013).

Diferentemente do que acontece com as latas de alumínio que pela reciclagem voltam a ser latinhas, o PET não pode ser transformado novamente em garrafas (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

✓ Apesar de 53% da produção ainda não ser reaproveitada, especialistas também lembram que a própria reciclagem não é a melhor opção. “A reciclagem tem um custo muito alto para o ambiente”. Para fazer a reciclagem do excedente atual, seriam necessários 224 milhões de kW/h de energia elétrica e 120 bilhões de litros de água. “O ideal seria a redução do uso deste tipo de embalagem”. Sobre o baixo índice de reciclagem, a engenheira diz ser difícil dimensionar se é decorrente da falta de capacidade das recicladoras ou da dificuldade de coleta (INOVA DA AMAZÔNIA S/A 2013).

2.4.1. O aproveitamento e reciclagem de garrafas PET: prática inovadora e sustentabilidade em Manaus.

Segundo a empresa Inova da Amazônia S/A, as garrafas PET costumam permanecer centenas de anos na natureza após o descarte. Isso significa entre muitos outros impactos ambientais, a redução da vida útil de aterros sanitários e a contaminação de lençóis freáticos, rios e redes de esgoto. O que pouca gente sabe é que há soluções para reintegrar esse resíduo a linha de produção, algo capaz de reduzir a poluição do meio ambiente e o desmatamento para construir aterros para depósitos de resíduo o que contribui para o aumento do efeito estufa. Uma das iniciativas foi desenvolvida pela empresa: com sede no município de Manaus-AM; a empresa é responsável por uma rede de revendedores em alguns estados do Brasil: são telhados desenvolvidos a partir da reciclagem de garrafas PET de água mineral e refrigerante, um exemplo de empresa sustentável, não só para a cidade de Manaus, mas também um grande exemplo a população brasileira mostrando a possibilidade que a população pode fazer para coletar e reciclar as garrafas PET de forma sustentável. Esse é o foco do estudo de caso desta dissertação sobre a empresa Inova da Amazônia S/A. localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM) sendo uma contribuição para os novos processos do setor da construção civil. Nos Anexos I, II, III, IV, V, VI serão mostrados as aplicações da telha em diversas construções em Manaus.

2.5. Associações, Coletores e Coleta de Resíduos Plásticos.

Desde o ano de 2005, a Prefeitura de Manaus, por meio da Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMULSP), disponibiliza o programa de Coleta Seletiva em 11 bairros da cidade – Adrianópolis, Aleixo, Compensa, Coroadó, Dom Pedro, Flores, Japiim 1 e 2, Nova Esperança, Parque 10 de Novembro, Planalto e São Jorge (PMA, 2013).

O programa de coleta seletiva trabalha em duas frentes: a primeira é a coleta domiciliar em conjuntos, condomínios, prédios ou instituições que já implantaram essa prática em suas atividades diárias. Os resíduos limpos são armazenados por uma semana e os carros coletores fazem uma rota por semana para recolhê-los. Esses resíduos não apodrecem, não geram Chorume e podem aguardar a coleta sem maiores problemas (SEMUSP)

A utilização de Pontos de Entrega Voluntária (PEV), onde o próprio morador pode entregar tudo que selecionou em casa: papel, vidro, plástico e metais. Vidros, plásticos e latinhas precisam ser lavados antes de serem armazenados, pois os restos de açúcar ou gordura podem atrair ratos e insetos (SEMUSP).

Os PEV de Manaus são resultado de uma parceria entre a SEMULSP e a Vara do Meio Ambiente e Questões Agrárias (VEMAQA), cujas sentenças a criminosos ambientais incluem penas alternativas como a construção de Pontos de Entrega Voluntária para resíduos recicláveis (SEMUSP).

Quem administra os PEV são as associações, núcleos e cooperativas de catadores de resíduos recicláveis, cadastrados junto à SEMULSP, que oferece apoio de logística a todos eles, como determina a Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (SEMUSP).

Uma vez recolhidos os resíduos dos PEV e dos bairros, eles são enviados aos núcleos dos catadores de recicláveis, cujos trabalhadores fazem a separação e a comercialização dos mesmos (SEMUSP).

Segundo a SEMULSP, ela também apoia as entidades que atuam na reciclagem de materiais, por meio de uma Parceria Público-Privada (PPP) que reúne o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), para profissionalizar a coleta seletiva na cidade. Ou seja, transformar catadores em profissionais. Para isso, eles precisam se transformar em cooperativas de trabalhadores e a CEDOLP e o IBAMA é que estão ajudando as associações e núcleos de catadores a vencer os entraves burocráticos para se transformarem

em cooperativas de catadores, também como preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

✓ ASSOCIAÇÕES DE CATADORES

- ARPA: Associação de Reciclagem e Preservação Ambiental

Endereço: Rua Guanabara, nº 40 Novo. Reino II.

Presidente: Raul Lima. Telefone: 9274-0211.

✓ ASSOCIAÇÃO RESPONSÁVEL PELO PEV D. Pedro:

- ALIANÇA: Associação de Catadores de Resíduos Recicláveis de Manaus

Endereço: Rua Frei José dos Inocentes, Nº403 – Centro.

Presidente: Alcinéia. Telefone: 9906-5471 / 3342-3016.

- CALMA: Catadores Associados pela Limpeza do Meio Ambiente

Endereço: Rua 1º de julho nº 216 – Glória

Presidente: Iran. Telefone: 9162-4053 (9280-7551)

- ECO RECICLA: Rede de Catadores e Reciclagem Solidária

Endereço: Nova Grande Circular, S/N – Rio Piorini

Presidente: Paulo Lamarão (9178-4722)

Contato: Tuliane Mendes (Diretora Executiva 9258-2443)

Waldirene Santos (Secretária 9327-3461 / 8837-6631)

E-mail: eco-recila@hotmail.com, www.iflog.net/ecorecicla

- ACR: Associação de Catadores de Resíduos

Endereço: Rua das Palmeiras, Nº13 – São José IV, Etapa B

Presidente: Sr. Elenir Araújo (9276-8447). Contato: Erineide: 9214-6250.

✓ COOPERATIVAS

- ECO COOPERATIVO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE MATERIAIS RECICLAVEÍIS

Endereço: Nova Grande Circular, S/N – Rio Piorini;

Presidente: Lucimar (9136-3613). Contato: Tuliane: 9439-0908

- COOPCAMARE: Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis

Endereço: Rua Peixe Agulha, 270 – Jorge Teixeira II

Presidente: Alzenira. Contato: 9170-1252 / 8439-4084

- COOPERATIVA ALIANÇA

Endereço: Rua Frei José dos Inocentes, N°403 – Centro

Presidente: Alcinéia. Telefone: 9906-5471 / 3342-3016 / 9323-2962

✓ NÚCLEOS DE CATADORES

- NÚCLEO I E V

Endereço: Rua da Saudade, N°05 – Santa Etelvina

Representante: Andréa de Souza

Telefone: 94618145

- NÚCLEO II

Endereço: AM 010, Km 18, Ramal do Janjão, Beco N.S. de Fátima, n°196

Representante: M^a de Fátima Silva

Telefone: 9205-0048

- NÚCLEO III

Endereço: Beco Curimatã, N°14 – Santa Etelvina

Representantes: Izeth Souza ou Neide

Contatos: 9220-4828 / 3642-1578

- NÚCLEO IV

Endereço: Rua Jasmim, N°359 – Santa Etelvina

Representante: Cacilda Soares

Telefone: 9342-8866

- NÚCLEO VI

Endereço: Rua João Pessoa, n°392 – Santa Etelvina. (prox. A Fabrica Bloket).

Representante: Aldenice Dias Magalhães. Telefone: 9243-5217

✓ GRUPOS INDEPENDENTES

- INSTITUTO AMBIENTAL DOROTHY STANG

Representante: Jorge Queiroz (9183-0909) / Elcy Menezes (9197-0966/ 91921963).

Endereços: Sede: Pousada no bairro Santa Etelvina

1º núcleo - Achuarana, N°29 – Monte das Oliveiras.

3º núcleo Rua B 790 – Santa Inez

• ASSOCIAÇÃO DE CATADORES MARIA DO BAIRRO

Representantes: Auxiliadora (91526037) e Elizabeth (9145-9110). Endereço: Rua Paraíso, Beco Buriti, N°23 – Nova Esperança II – atrás DB Ponta Negra.

• PROJETO RECICLAR DÁ VIDA

Endereço: Rua 6, s/n, Parque Riachuelo II .Representantes: Cláudio Costa (8131-1184 / 9102-8943). Contatos: 9282-4668 Eliete – Cláudio. Material: Papel, Papelão. PET e latinhas.

• PROJETO SOMANDO “LIXO E CIDADANIA” (RECEBE ÓLEO DE COZINHA)

Endereço: Rua do Comércio, N°451 – Japiim I (Comunidade Santa Luzia).

Representantes: Maria do Carmo (8170-9075 / 9391-2654) ou Glorinha (9212-6624).

Telefone: 3088-7487.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO

Neste capítulo concentra-se o objetivo principal desta dissertação; o estudo de caso, onde foram realizadas entrevistas, aplicação de questionários impressos aos colaboradores, observação direta no processo de produção e no processo de protótipo desenvolvido pela engenharia, a aplicação da gestão ambiental de maneira mais ampla para atender todos os setores utilizados pela empresa Inova da Amazônia S/A, visando o ordenamento das atividades humanas para que originasse o menor impacto possível sobre o meio ambiente, dando foco na produção de telha ecológica a partir da reciclagem de garrafas PET.

Usar o estudo de caso para fins de pesquisa permanece sendo um dos mais desafiadores de todos os esforços das engenharias. O propósito é mostrar de forma clara a construção de telhas com material reciclado para construção de produto de forma a ajudar no processo produtivo da construção civil, isso sem entrar em detalhes sobre os aspectos econômicos. Esta dissertação não trará detalhes sobre custos, mas mostram de forma preliminar as vantagens de usar telhas de material PET. Neste desafio, o objetivo é projetar bons estudos de caso, coletar, apresentar e analisar os dados de forma imparcial (YIN, 2010).

3.1. Especificação do Problema da Pesquisa

O telhado de garrafas PET é uma alternativa de economia viável e sustentável, artesanal e criativa de se construir. Além de conferir uma estética diferenciada e durabilidade, mostra-se como uma opção de baixo custo. É considerada uma tecnologia ecológica por reutilizar e recicla as garrafas PET que muito provavelmente estariam nos leitos de nossos igarapés e rios de Manaus: o Governo do Estado por meio de um projeto com o BID trouxe uma nova visão de arquitetura, meio ambiente, saneamento para cidade de Manaus.

As telhas fabricadas a partir do PET reciclado (politereftalato de etileno ou o plástico usado em garrafas de refrigerante) apresentam vantagens em relação aos telhados de cerâmica. A manufatura de telhas a partir do PET é um dos destinos dados aos materiais após a reciclagem (GRUPO-PET, UNICAMP, 2012).

Para ABIPET (Associação Brasileira da Indústria do PET) o Brasil recolheu cerca de 260 quilos-tonelada do plástico em 2009, e tem a segunda maior taxa de recuperação de garrafas no mundo, perdendo apenas para o Japão.

O processo de fabricação das telhas de cerâmica exige exploração de área natural para a retirada do barro. Além disso, com o tempo esse material tem maior probabilidade de formação de mofo e fungos.

Como o plástico é sintético, isso não acontece nas telhas de PET. O estudo de caso da empresa Inova da Amazônia S/A; trouxe um novo foco de sustentabilidade para várias pessoas que vivem de catar materiais que possam ser reciclados; um deles é o PET que custa muito, tanto para sociedade como também para o meio ambiente da cidade de Manaus, onde a legislação Municipal começa a tomar forma de aplicação e o inventário da SUFRAMA que mostram a realidade oriunda das empresas do PIM e a empresa Inova é uma delas, dando exemplo sustentável para sociedade amazonense.

A utilização de telhas de PET reciclado na construção civil; os modelos de plástico são capazes de resistir a temperaturas mais altas do que as de cerâmica. Enquanto os telhados convencionais suportam uma temperatura de até 50°C, as telha de PET suporta uma máxima de 85°C. Apesar das vantagens ambientais das telhas de PET, o custo das telhas de cerâmica ainda é mais baixo e foi comercializada em Manaus onde existem diversas construções usando o PET reciclado em forma de telha.

Os preços mais altos dos telhados de plástico são justificados por conta do alto custo de produção que ainda acontece longe dos grandes centros urbanos e usa técnicas novas no processo de transformação do material. No entanto a diminuição nos custos para o construtor será na estrutura necessária para a sustentação das telhas, visto que estas são mais leves comparadas com as de cerâmica (GRUPO-PET, UNICAMP, 2012).

3.2. Característica e Design da Pesquisa

As preocupações abordadas foram às identificações do problema da pesquisa que delinearam a partir de (Gil, 2002), que para se atingir os objetivos pretendidos com a investigação; são necessários alguns passos, como; formulação do problema, definição das hipóteses, definição do tipo de pesquisa, coleta de dados, análise dos resultados, revisão final e redação.

3.3. Delineamento da Pesquisa

Refere-se ao planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla (Gil, 2002). O delineamento da pesquisa nos indica como os dados serão coletados, analisados e interpretados. Através deles foram estabelecidos os relacionamentos entre as questões iniciais da pesquisa, os dados coletados e as respectivas conclusões finais do estudo (YIN, 2005).

Gil (2002) considera que cada pesquisa possui um delineamento próprio, determinado pelo objeto do estudo, pela dificuldade de obtenção de dados, pelo nível de precisão exigido e pelas limitações do próprio pesquisador. O presente estudo pretende utilizar como técnica de pesquisa um estudo de caso, tendo como unidade de análise uma única organização localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM).

O estudo de caso e técnica de pesquisa particularmente apropriada quando se deseja estudar situações complexas, nas quais, resultados praticamente impossíveis separam as variáveis do fenômeno de seu contexto (YIN, 2010). O estudo de caso resulta conveniente quando a pesquisa tem interesse na evolução do processo do fenômeno em estudo (MERRIAM, 1998).

3.4. Operacionalização da pesquisa

O Interesse se deu em função das necessidades dos profissionais da construção civil em trabalhar com materiais eficientes como é o caso da telha de cerâmica e verificar se existia possibilidade de fabricar telhas com outro material capaz de resistir os padrões estabelecidos dentro do mercado da construção civil como é o caso da telha feita de PET; de caráter inovador fabricado pela empresa Inova; analisou-se a possibilidade da existência de outra pesquisa correlata; na medida em que os dados foram sendo coletados, a pesquisa procurou identificar temas e relações, construindo interpretações e gerando novas questões e/ou aperfeiçoamento as anteriores, o que por sua vez, o levaram a novas buscas de dados complementares da empresa estudada; ou mais específicos que testassem suas interpretações num processo de sintonia com os demais colaboradores até a análise final do processo industrial. Isso levou a integração entre os departamentos, engenharia de processo e o planejamento da produção.

A partir desse momento a pesquisa tomou perfil e dedicação da pesquisadora que concentrou na análise do referencial teórico dando base na sustentação e na criação de um método capaz de levar a pesquisa para suas conclusões futuras.

3.5. Design da pesquisa

O presente estudo trata-se de uma investigação sobre as potencialidades das convergências tecnológicas através das atividades dos colaboradores envolvidos com base sólida da empresa. Tendo por referência a pergunta de pesquisa e os objetivos deste estudo a opção metodológica foi pela pesquisa qualitativa de abordagem prática. Se na pesquisa social *lato sensu* o lugar primordial é ocupado pelas pessoas e grupos convivendo numa dinâmica de

interação laboral; na pesquisa qualitativa se volta para o campo da subjetividade e do simbolismo dos motivos, das intenções e dos projetos dos atores a partir dos quais as ações, as estruturas e as relações tornam-se significativas indispensáveis nessa pesquisa (MINAYO e SANCHES, 1993).

Algumas características básicas identificam os estudos qualitativos. Onde, segundo essa perspectiva, um fenômeno pode ser bem compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nela envolvida, considerando todos os pontos de vista relevantes (KOCHE, 1997). Sendo assim, a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, das aspirações, crenças e valores locais das pessoas (MINAYO, 1994).

A estrutura geral da pesquisa como mostra a Figura 3.1 define os passos a serem seguidos dentro da metodologia adotada para a mesma, o escopo do trabalho e a estrutura da revisão bibliográfica.

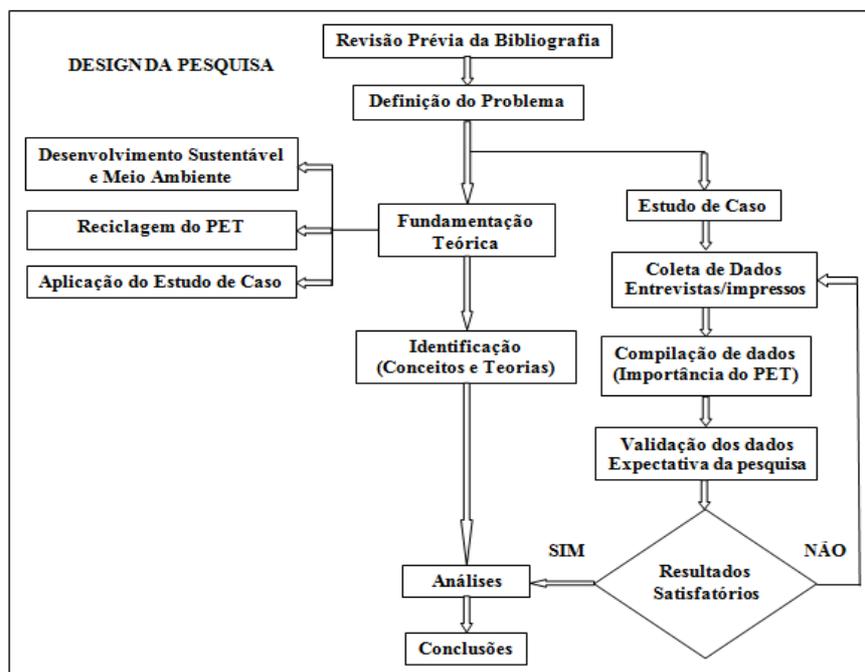


Figura 3.1: Design da pesquisa.

CAPÍTULO IV

ESTRUTURA DOS PROCESSOS DO PET PARA FABRICAÇÃO DE TELHAS

4.1 Históricos dos Processos dos avanços recentes na reciclagem química de polímeros (PP, PS, PEBD, PEAD, PVC, PC, Nylon, PMMA).

Durante décadas o grande aumento da população mundial juntamente com a necessidade das pessoas adotarem a melhoria das condições de vida, levou ao aumento dramático do consumo de polímeros (essencialmente plásticos). Consumo anual mundial de plástico materiais, aumentou de cerca de 5 milhões de toneladas em 1950 para cerca de 100 milhões de toneladas hoje. A prática mais comum atualmente de lidar com tais fluxos de resíduos é incinerá-los com recuperação de energia ou usar-los para aterro de enchimento. Os resíduos para os aterros devem ser reduzidos em 35% em relação ao período de 1995 a 2020), o aumento dos custos e a pobre biodegradabilidade de polímeros usados, por conseguinte a reciclagem parece ser a melhor solução (ACHILIAS *et al.*, 2009).

A reciclagem dos polímeros de resíduos pode ser realizada de várias maneiras: (4) quatro abordagens principais foram apresentadas (KARAYANNIDIS & ACHILIAS, 2007; SCHEIRS, 1998):

1. Reciclagem primária refere-se à reciclagem do material de sucata controlada "em planta" história. Este processo continua a ser o mais popular, pois garante simplicidade e baixo custo, lidar no "entanto" apenas com a reciclagem de resíduos do tipo único não contaminado limpo.

2. A reciclagem mecânica (ou reciclagem secundária). Nesta abordagem, o polímero é separado de seus contaminantes associados e que pode ser facilmente transformados em grânulos pela extrusão por fusão convencional. A reciclagem mecânica inclui a triagem e separação dos resíduos, redução de tamanho e derreter filtração. O polímero de base não é alterado durante o processo. A principal desvantagem deste tipo de reciclagem é a deterioração.

3. Propriedades do produto em cada ciclo. Isto ocorre porque o peso molecular da resina reciclada é reduzido devido às reações de cisão em cadeia, o que são provocadas pela presença de água e traça impurezas ácidas.

4. Estratégias para manter o polímero molecular a médio peso durante o reprocessamento incluem secagem intensiva com o reprocessamento da desgaseificação vácuo a utilização de compostos de extensor de cadeia, etc.

Recuperação de energia (Quaternário reciclagem) refere-se à recuperação do conteúdo energético do plástico. Incineração visando à recuperação de energia é atualmente a forma mais eficaz de reduzir o volume de materiais orgânicos. Embora os polímeros sejam realmente de alto rendimento e fonte de energia, este método tem sido amplamente acusado como ecologicamente inaceitável devido ao risco para a saúde do ar, substâncias tóxicas nascidas pelas dioxinas (no caso contendo a contaminação dos polímeros com cloro).

Para além dos métodos acima mencionados, a reutilização direta de um material plástico, isto é, PET, pode ser considerado como uma técnica de "ordem zero" reciclagem (NIKLES E FARAHAT, 2005).

Em muitos países é uma prática comum garrafas PET serem recarregadas e reutilizadas. No entanto, isto deve ser feito com um grande cuidado; garrafas plásticas são mais propensas do que o vidro para absorver contaminantes que possam ser liberados de volta para o alimento quando a garrafa é recarregada. Além disso, o reenchimento de uma garrafa PET com uma bebida de alto-grau alcoólico pode conduzir à degradação de cadeias macromoleculares com resultados inesperados (ACHILIAS, 2012). A Figura 4.1 mostra as principais técnicas de reciclagem de polímero.

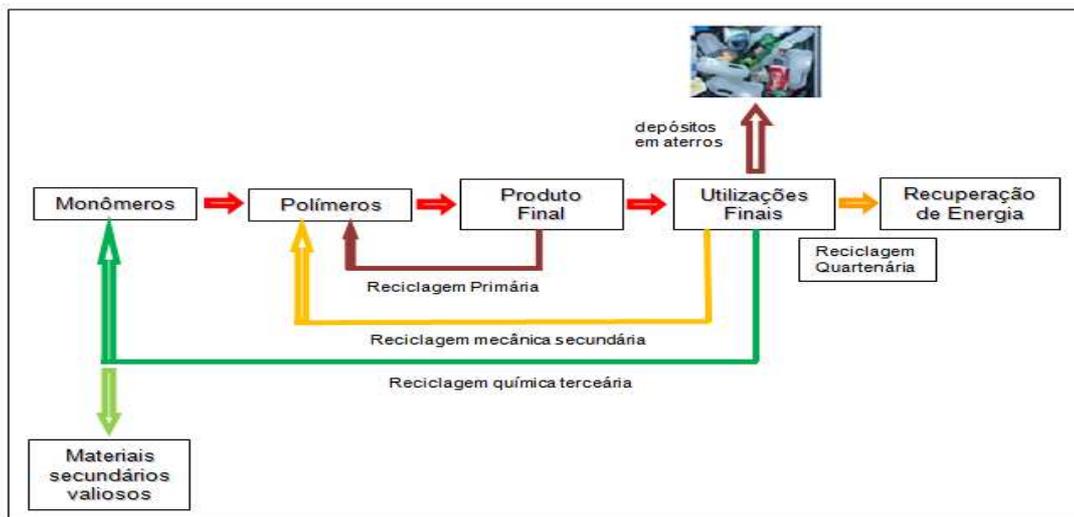


Figura 4.1: Técnicas de reciclagem de Polímeros

Fonte: Achilias, Dimitris S. Recent Advances in the Chemical Recycling of Polymers (PP, PS, LDPE, HDPE, PVC, PC, Nylon, PMMA), (2012).

O objetivo de uma política de gestão de plástico de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável (desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração

atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas necessidades); deve ser, não só a reutilização dos materiais poliméricos; mas também a produção de matérias-primas (monômeros), a partir do qual poderia ser útil a outros produtos valiosos secundários como a matéria-prima para uma variedade de processos industriais como a jusante ou combustível para transporte. Neste sentido, entre as técnicas propostas para a reciclagem de resíduos polímeros, o método mais desafiador é químico ou reciclagem de matérias-primas e várias tecnologias que tem sido demonstrada com sucesso e continua a ser desenvolvido (ACHILIAS & KARAYANNIDIS, 2004).

O objetivo deste capítulo é fornecer uma análise crítica dos métodos propostos e/ou aplicada principalmente durante a última década para a reciclagem química de polímeros. Deste modo será apresentado o estado da arte dos métodos de reciclagem química de vários polímeros.

Os polímeros que serão estudados incluem os plásticos utilizados à base de poli etileno tereftalato (PET), polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), poli (cloreto de vinilo) (PVC), policarbonato (PC), poli metacrilato de metilo (PMMA) e nylon.

4.2 A reciclagem química de poli tereftalato de etileno (PET).

O PET; é um poliéster com grupos funcionais que pode ser clivada por alguns reagentes, tais como: água (hidrólise), álcoois (alcoólise), ácidos (acidólise), glicóis (glicólise) e amins (aminólise). Assim, os processos de reciclagem química de PET são divididos da seguinte forma: (i) A hidrólise, (ii) a glicólise, (iii) metanólise e (iv) outros processos (Figura 4.2). Segundo o reagente utilizado, diferentes produtos são obtidos (KARAYANNIDIS E ACHILIAS, 2007; KARAYANNIDIS *et al.* 2006; KARAYANNIDIS *et al.*, 2005; KARAYANNIDIS *et al.* 2002; KOSMIDIS *et al.*, 2001).

As diferentes opções de processos de reciclagem química de resíduos de PET podem ser categorizadas como se segue: (i) a regeneração de monómeros de base (por metanólise dimetil tereftalato (DMT), e hidrólise para produção de ácido tereftálico puro (TPA) e o etilenoglicol (EG)), (ii) conversão em oligómeros (glicólise ou solvólise), (iii) o uso de glicólise para produtos de valor acrescentado, (iv) a conversão em especialidades químicas por aminólise ou amonólise, (v) conversão em produtos intermédios da especialidade para uso em plásticos e revestimentos.

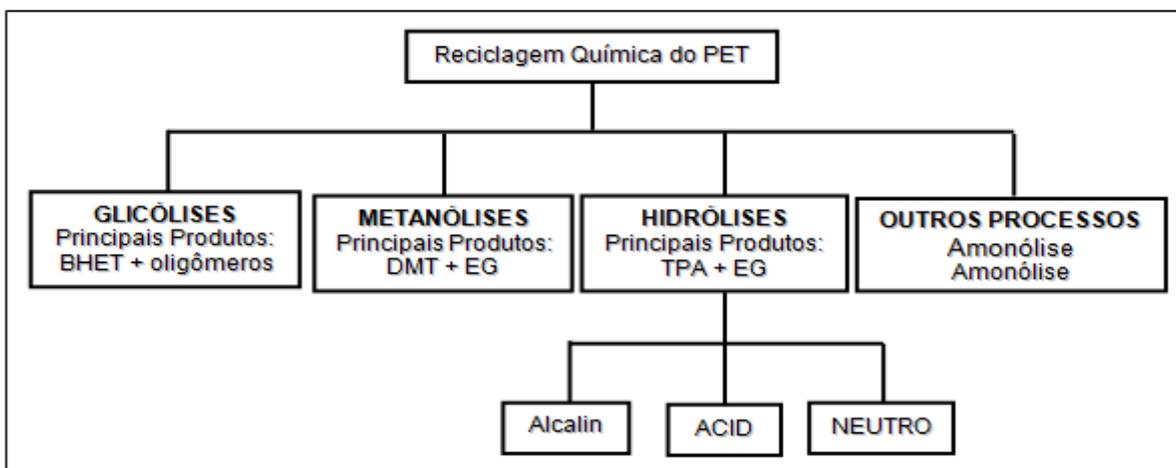


Figura 4.2: Técnicas de reciclagem química de PET.

Fonte: Achilias, Dimitris S. Recent Advances in the Chemical Recycling of Polymers (PP, PS, LDPE, HDPE, PVC, PC, Nylon, PMMA), (2012).

Recentemente a reciclagem do PET utilizando a hidrólise, a glicólise e aminólise em micro-ondas a irradiação tem sido proposta (ACHILIAS et al., 2010;. ACHILIAS et al., 2011; SIDDIQUI et al., 2010). Reciclagem de PET em reator de micro-ondas tem provado ser um método muito benéfico resultando não só na recuperação de material, mas também na economia de energia substancial. Esta seção não será apresentada em detalhes, porque é o tema do restante desta pesquisa. Leitor interessado pode encontrar maiores detalhes sobre as técnicas utilizadas para a reciclagem química de PET com mais trabalhos recentes; (SCHEIRS, 1998; KARAYANNIDIS e ACHILIAS, 2007).

4.3. A reciclagem química de polipropileno

Polímeros de condensação como PET ou nylon, pode sofrer decomposição da matéria orgânica em organismos mais simples de diferentes reagentes para produzir principalmente os monômeros a partir da qual eles foram produzidos ou outros oligômeros. Em contraste, os polímeros de vinilo tais como, poliolefinas (PE e PP) não podem ser degradados, por simples produtos químicos para seus monômeros, devido à *schission* aleatória das ligações CC. Duas principais rotas de reciclagem química são: a degradação térmica e catalítica destes polímeros. Em a degradação térmica, o processo produz uma ampla gama de produtos e exige elevadas temperaturas de operação, normalmente mais de 500°C e até um máximo de 900°C.

O craqueamento térmico de polietileno e de polipropileno é normalmente levado a cabo, quer em altas temperaturas (maior que 700° C), para produzir uma mistura de olefina (C1 - C4) e compostos aromáticos (benzeno, principalmente, tolueno e xileno) ou em baixa temperatura (400 - 500°C) (termólise), onde três frações são recebidas: gás de alto valor calórico, o óleo de hidrocarboneto condensável e ceras. No primeiro caso, o objetivo é o de

maximizar a fração de gás e para receber as olefinas, que podem ser utilizadas após separação como monômeros para a reprodução das poliolefinas correspondentes.

A subdivisão em temperaturas mais baixas deixa um produto seroso no reator, que consiste principalmente de parafinas, juntamente com um chá carbonizado. A fração gasosa pode ser utilizada para o fornecimento de energia necessária para peroles após a queima. A fração de líquido consiste principalmente em olefinas lineares e parafinas com os átomos de carbono C11 -C14, com apenas vestígios de aromáticos compostos (AGUADO e SERRANO, 1999).

Devido à baixa condutividade térmica dos polímeros em conjunto com a endotermia de craqueamento; a pirólise térmica consome grandes quantidades de energia. Assim, catalíticas tecnologias têm sido propostas para promover fissuras a baixas temperaturas, resultando em reduzir o consumo de energia e maiores taxas de conversão. Além disso, o uso de alguns catalisadores permite que o processo de ser direcionado para a formação de uma estreita distribuição de produtos de hidrocarbonetos com um valor de mercado mais elevado. Heterogênea catálise foi investigada extensivamente usando sólidos com propriedades ácidas. Os zeólitos do tipo utilizado no craqueamento catalítico de hidrocarbonetos (Y, ZSM-5, beta), bem como outros ácidos sólidos conhecidos, como sílica-alumina, alumina e argilas estão sendo mais estudado.

Misturas destes catalisadores semelhantes SAHA/ZSM-5, MCM-41/ZSM-5 foram também utilizado. Cracking com catalisadores ácidos ocorre através da formação de carbocátions que requer a presença de ácidos em fortes regiões. A força ácida e propriedades texturais são os principais parâmetros a ditar o desempenho dos sólidos ácidos no catalisador conversão dos polímeros. A porosidade é característica de área superficial e tamanho de partículas determinam em grande medida à acessibilidade das moléculas poliméricas volumosos ao catalítico interno sítios ácidos dos sólidos. Assim, enquanto catalisador HZSM-5 apresenta maior reactividade do HMCM-41 no craqueamento de HDPE e LDPE, a decomposição de grandes moléculas de PP a transformação é quase a mesma que o craqueamento térmico, porque secção transversal de polímero é muito grande para entrar em microporos catalisadores (ACHILIAS et al., 2007).

Estes fatos limitam fortemente a sua aplicabilidade e especialmente aumentam a custo mais elevado de reciclagem de matéria-prima para o tratamento de resíduos de plástico. Por conseguinte, a degradação catalítica proporciona um meio para resolver esses problemas. A

adição de catalisador é esperada para reduzir temperatura de decomposição para promover a velocidade de decomposição e para modificar os produtos.

A degradação catalítica de materiais poliméricos tem sido relatado para uma gama de modelo catalisadores centrados sobre os componentes activos numa gama de diferentes catalisadores modelo, incluindo amorfo de sílica-alumina, zeólitos Y, mordenite e ZSM-5 e a família de mesoporosa MCM – 41 - primas. No entanto, estes catalisadores têm sido utilizados mesmo se um bom desempenho eles podem ser impraticável do ponto de vista de utilização prática devido ao custo de fabricação e a elevada sensibilidade do processo para o custo do catalisador. Outra opção para a reciclagem química dos resíduos de polímeros usando craqueamento catalítico de leito fluidizado (FCC) catalisadores é atraente. Por conseguinte, uma melhoria do processamento da alternativa reciclagem através de craqueamento catalítico que operam na mistura do polímero com resíduos do fluido craqueamento catalítico (FCC), os catalisadores comerciais.

Recentemente, muitas atenções têm sido dadas para a reciclagem de polímeros de resíduos por tratamento térmico ou pirólise catalítica como um método para recuperar produtos de valor acrescentado de energia através da produção de alto valor como matéria-prima petroquímica ou frações combustíveis sintéticos. A seguir uma revisão é bastante seletiva e não extensiva. Comentários detalhados sobre a térmica e catalítica pirólise de plásticos com base de PP podem ser encontrados em (SCHEIRS & KAMINSKY, 2006; ACHILIAS *et al.*, 2006).

4.4 Apresentações do projeto da telha.

Os processos a seguir são necessários; para produção da telha utilizando a garrafa PET reciclada.

- Separação: segregação por cores;
- Lavagem: passa por duas lavagens, sendo a primeira para a retirada de rótulos, tampas e outras impurezas, para em seguida receber uma nova lavagem;
- Trituração: a garrafa PET é transformada em flocos dentro do moinho e passa por mais duas lavagens;
- Secagem: os flocos passam por uma secadora e a seguir são dispostos em um silo;
- Confeção: na injetora ocorre uma mistura de resinas poliméricas e carbonato de cálcio, nesta etapa também se coloca o aditivo para proteção de raios ultravioleta, derretendo e

dispondo-a de modo a dar o formato das telhas. Depois de seca retiram-se as rebarbas e em seguida são armazenadas em prateleira.

4.5. Telhas Ecológicas de PET reciclado: Desvantagens e vantagens do uso da telha.

✓ Desvantagens

- É inibidor térmico, devido ao PET ser impermeável, em locais fechado retém o calor da parte interna;
- Custo das telhas razoavelmente elevado;
- Consumo considerável de água para lavagem das garrafas durante o processo da reciclagem das garrafas PET.

✓ Vantagens

- É feita de materiais reciclados;
- Durabilidade de 60 anos;
- Massa inferior às telhas utilizadas atualmente no mercado (fibrocimento, aço, cerâmico e concreto);
- Resistência a temperaturas de até 85°C, comparativamente às temperaturas máximas a que um telhado é exposto (até cerca de 50°C);
- Resistência a raios ultravioleta;
- Ótimo desempenho acústico;
- Resiste ao ressecamento;
- Evita desperdício de materiais na instalação;
- Não altera a cor tão facilmente, preservando suas propriedades estéticas durante muito mais tempo;
- Não tem formação de limo, fungos e mofo;
- A instalação é limpa e rápida, exigindo menos mão de obra;
- Quantidade bem menor de estrutura para sustentação das telhas.

Os valores apresentados no Capítulo V corresponde a dois tipos de telhas consagrados no mercado da construção, comparativamente a telha ecológica sendo que para a estimativa do valor da telha de PET foram considerados os custos de terreno no município de Manaus, da construção do galpão, aquisição de equipamentos para produção, matéria-prima, mão de obra, atividades associadas à logística, fornecimento de água e esgoto, fornecimento de energia elétrica, telefonia e tributos.

CAPÍTULO V

5. APLICAÇÃO DA PESQUISA: ESTUDO DE CASO

Este capítulo aborda o estudo de caso aplicado na empresa Inova da Amazônia S/A, assim como toda a metodologia aplicada passo a passo no processo de fabricação das telhas sustentável oriundas de material reciclado de garrafas PET.

5.1. A empresa em estudo e as cooperativas de reciclagem e o aproveitamento de garrafas PET.

O mapa da cidade de Manaus mostra as localizações de quem trabalha com a reciclagem de PET. A Figura 5.1 mostra o mapa e as zonas onde estão localizadas as cooperativas responsáveis pela coleta seletiva de garrafas PET.



Figura 5.1 – Mapa da Cidade onde estão localizadas as cooperativas e associações que trabalham com coleta seletiva de garrafas PET.

Fonte: www.gosur.com/Mapa_Cidade_Manauas.

5.1.1. Perfil da Empresa

A empresa é uma organização do setor de injeção termoplástica localizada na cidade de Manaus; sua dedicação é na fabricação de telhas, cumeeiras e tubos de esgoto a partir de garrafas PET reciclado. A empresa foi fundada em 1997, com um quadro de 12 colaboradores diretamente ligados à área administrativa e produção; atualmente conta com 21 colaboradores no total.

5.1.2. Ramo de Atividade

Esta empresa tem seu ramo de atividade focado na produção de telha oriunda da reciclagem de garrafas PET; os outros produtos também são produzidos na empresa, se houver demanda, do contrario seu foco é exclusivamente na fabricação da telha.

5.1.3. Produção de Telha

Muitas pesquisas são realizadas nesse campo, uma delas é para a utilização do PET na construção civil para a confecção de telhas. O objetivo desse trabalho é mostrar as vantagens ecológicas de se fabricar e utilizar telhas produzidas desse material em relação às telhas de cerâmicas convencionais. Segundo os resultados encontrados, do ponto de vista econômico, a telha de cerâmica teria mais vantagem se não fosse considerada a estrutura de suporte; do contrário a telha de PET seria melhor, econômica e ecologicamente. As Telhas são produzidas a partir da injeção de uma blenda de resina e aditivo ante UV. O resultado é um produto moderno e de extrema leveza pesando apenas $5,8 \text{ Kg/m}^2$, livre das porosidades que normalmente se “enraízam sujeiras” nas telhas tradicionais. A Telha possui um excelente isolamento acústico tão parecido quanto à telha de barro. A Figura 5.2 mostra a beleza da telha fabricada com alta qualidade de produção.



Figura 5.2: Exemplo da Tela de PET.
Fonte: empresa inova da Amazônia S/A, (2013).

O raio Ultra Violeta (UV) é um desagregador molecular dos elementos expostos ao mesmo. Com base nesse fato, a telha produzida pela empresa, possui aditivos de proteção ante UV, que lhes proporcionam uma excelente resistência à radiação solar; evitando com isso a sua degradação total. As telhas são produzidas simulando uma sequencia de três telhas romanas tradicionais; com a vantagem de serem exatamente iguais em suas propriedades e dimensões, graças ao seu processo de injeção. A empresa produz telha em diversas cores, dando vida, beleza e resistência à cobertura.

Esse produto não propaga fogo, devido aos aditivos recebidos na sua produção quando exposta a focos de chama e se limita a queimar somente durante a ação do mesmo. São totalmente impermeáveis, não trincam, impedindo qualquer infiltração provocada por chuvas ou lavagem das mesmas. Sua fixação é através de abraçadeiras, cada telha é presa com três abraçadeiras proporcionando maior resistência a ventos fortes.

A telha é associada ao *Green Building Council*, recebendo assim o selo verde, o qual certifica a empresa como ecologicamente correta. A empresa trabalha pela conscientização da conservação do meio ambiente oferecendo empregos diretos e indiretamente em parceria com associações, ONGS, cooperativas de catadores e órgãos públicos. A empresa apoia projetos sociais em comunidades carentes através de palestras, cursos e incentivo ao esporte. Na Figura 5.3 mostra o Display Dimensões e a Figura 5.4 mostra o Display PDV (Ponto-de Venda) com especificações da telha e a Figura 5.5 mostram as abraçadeiras, Pré-cinto T50R UV NEGRO – T50R UV Preta.

Display Dimensões

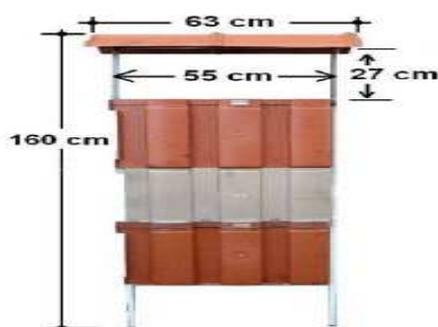


Figura 5.3: Display Dimensões
Fonte: Inova da Amazônia S/A, (2013).

Display PDV



Figura 5.4 Display PDV
Fonte: Inova da Amazônia S/A, (2013).



Figura 5.5: Abraçadeiras, Pré-cinto T50R UV NEGRO – T50R UV Preta.
Fonte: empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

A tabela 5.1 apresenta as características do produto com código de barras e cor, embalagem e fixação.

Tabela 5.1: Produto, Código de barras e cor, embalagem e fixação.

Produto	Código de Barra	Código de cor	Embalagem	Fixação
Telha Romana	7898401000015	TI-10-Cerâmica	Pacote c/6 unidades	3 braçadeiras
Telha Romana	7898401000022	TI-17-Translúcida	Pacote c/6 unidades	3 braçadeiras
Telha Romana	7898401000046	TI-15-Amarela	Pacote c/6 unidades	3 braçadeiras
Telha Romana	7898401000060	TI-14-Cinza	Pacote c/6 unidades	3 braçadeiras
Telha Romana	7898401000053	TI-116-Branca	Pacote c/6 unidades	3 braçadeiras
Telha Romana	7898401000039	TI-118-Palha	Pacote c/ unidades	3 braçadeiras
Cumeeira	78984010000206	CL-10 - Cerâmica	Pacote c/ unidades	3 braçadeiras

Fonte: Empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

Para instalar a telha, assegure-se que, o “pano do telhado” esteja com uma declividade mínima de 30%, ou compatível com a Figura 5.6.

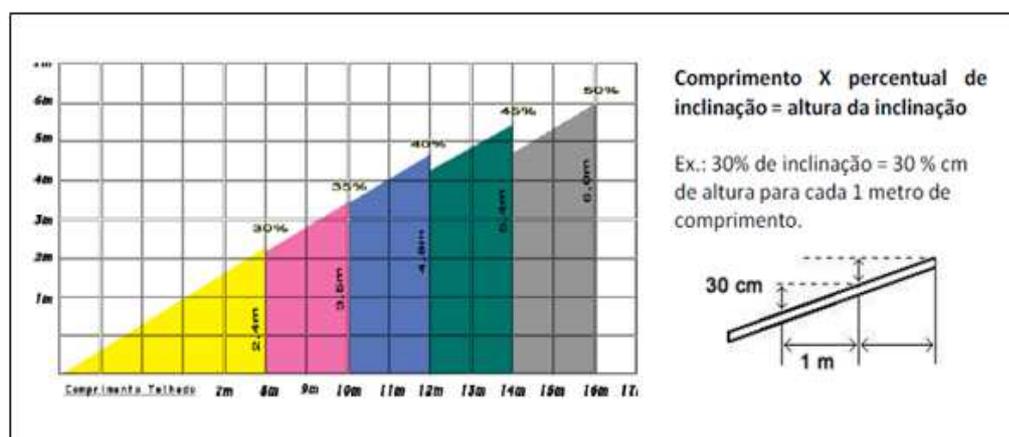


Figura 5.6 Declive do telhado

Fonte: Empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

5.1.4. Produção Sustentável e Levantamentos de dados

Processo de compra e recebimento da matéria-prima: A empresa tem o seu sistema de fabricação sustentado pela compra de sucatas de PET fornecido por empresas que fabricam este produto para posteriormente engarrafarem água mineral e refrigerante e pelas cooperativas de coleta seletiva de garrafas PET: por exemplo: as sucatas são geradas quando no processo de fabricação das garrafas, acontece qualquer tipo de contaminação que comprometa a embalagem dos produtos comestíveis; nesse caso essa sucata é repassada para empresa Inova que gera matéria-prima para a produção de telhas, cumeeiras e tubos de esgoto: além do fornecimento dessas empresas; existem também cooperativas e associações de catadores de lixo que fornecem mensalmente uma média de 75 toneladas de garrafas PET pós-consumo adquiridas por meio de coletas seletivas como mostra a Figura 5.7.



Figura 5.7: Processo de coleta das garrafas PET.
Fonte: Empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

Historicamente o conceito de desenvolvimento sustentável vincula-se à preocupação na manutenção e na existência de recursos naturais para a continuidade das gerações futuras somados às preocupações dos ambientalistas baseados na manutenção do meio ambiente; o cenário, cujo desafio centrou num desenvolvimento sustentável em que a conservação ambiental seria a base de crescimento dos negócios e da economia (INOVA DA AMAZÔNIA S/A, 2013).

Schmidheiny (2002) adverte que não é possível um desenvolvimento economia sem prejuízo da natureza. Saber administrar é fator principal para uma boa gestão do desenvolvimento que deve se aliar a utilização responsável dos recursos naturais disponíveis com as expectativas econômicas gerando benefícios para ambas às dimensões.

Assim o conceito ideológico que permeia a definição de desenvolvimento sustentável conciliando-se com a decisão de custo versus benefícios retoma a necessidade de repensar como produzir e aproveitar de forma eficiente dos recursos, visto que estes são escassos e as necessidades ilimitadas (SILVA, 2005).

a) Processo de reciclagem do PET e produção da telha: de posse das sucatas de PET, a primeira etapa realizada pela empresa é a trituração das mesmas num moinho industrial. Destaca-se que as garrafas pós-consumo são lavadas e têm os rótulos e as tampas retiradas e posteriormente estão prontas para serem entregues no processo de produção.

b) A matéria prima é misturada a um determinado pigmento e a um estabilizante térmico e somente depois dessa fase que é enviada para dois silos que trabalham juntamente com uma máquina secadora e desumidificadora. O próximo passo é a transportação da matéria para a injetora através de um sistema de vácuo; nessa máquina o material é derretido e em seguida moldado, em seguida o produto aguarda o esfriamento completo para então ser embalado e armazenado no estoque, finalizando assim o processo da produção da telha. A Figura 5.8 mostra a trituração e a estocagem das garrafas PET.



Figura 5.8: Processo de trituração das garrafas PET e o armazenamento de estoque.
Fonte: Empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

c) Processo de reciclagem do PET e a produção de cumeeiras: A fabricação das cumeeiras é feita de forma similar a produção das telhas; mudando apenas a matéria-prima, que neste caso é composta pelas embalagens e tampas das garrafas pós-consumo: as cumeeiras das telhas possuem 2 (dois) furos com pino na parte inferior que podem ser cotados para se obter o ajuste necessário a base: quando terminar a última fileira das telhas fixe-se com parafusos na madeira ou metalon, depois ajuste os pinos das cumeeiras e fixe-as com parafusos que tenham vedação de borracha comuns nos locais onde se compram as telhas. A Figura 5.9 mostra o modelo de cumeeira feito com telha de reciclagem.

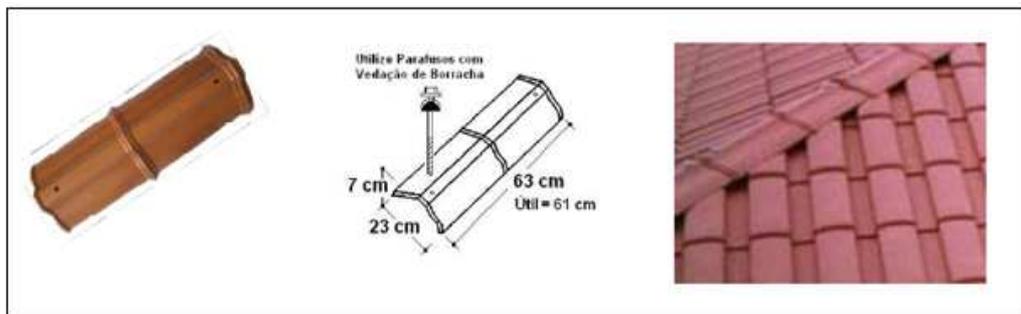


Figura 5.9 mostra o modelo de cumeeira feito com telha de reciclagem do per.
Fonte: Empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

d) Processo de Comercialização: Esse processo é composto pelos serviços de venda e entrega do produto no mercado local (Amazonas); e também para outros estados como: Ceará, Acre, Roraima, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais e para o mercado exterior como a Venezuela.

e) Processo Administrativo: A empresa por ser familiar, tem os seus donos como principais administradores e sócios. Além disso; conta atualmente com um corpo fixo de colaboradores distribuídos em todo o processo produtivo.

A telha possui um excelente isolamento acústico. Na Figura 5.10, apresenta o produto de telha onde mostra a injeção com resinas sintéticas; as telhas são estritamente leves pesando apenas $5,8 \text{ kg/m}^2$. A sua pintura possui agentes que refratam os raios ultra-violeta do sol proporcionando um ambiente interno fresco e agradável no que se refere ao isolamento

termico. Na Figura 5.11 mostra a fixação da telha detalhando que ela não se desloca com ventos fortes ou intempéres da natureza, pois tem um exclusivo sistema de fixação.



Figura 5.10: Resinas Sintéticas
Fonte: Inova da Amazônia S/A, (2013).

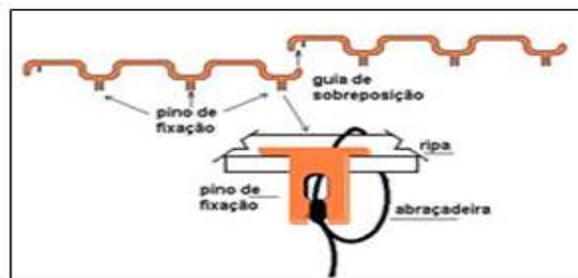


Figura 5.11: Fixação das telhas
Fonte: Inova da Amazônia S/A, (2013).

A Figura 5.12 mostra a variação total; uma vez que independe da espessura da madeira ou metalon, ficam mais adaptadas em qualquer dimensão de estrutura com declividade mínima de 25%. Já na Figura 5.13 mostra a resistência que tem uma propriedade que não resaca e nem trinca; a base da sua pintura é poliuretano alifático poliéster que resiste a variações térmicas com durabilidade e beleza, pois impede a ação do limo, fungos e outros agentes comuns que alteram a beleza dos telhados tradicionais.

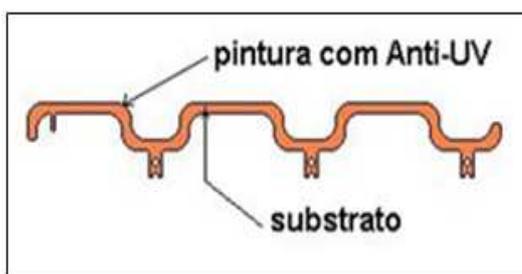


Figura 5.12: Resistência, durabilidade e Beleza
Fonte: Inova da Amazônia S/A, (2013).

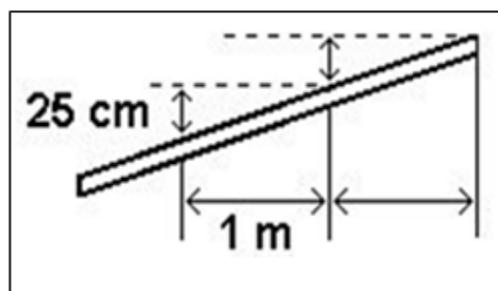


Figura 5.13: Vedação total
Fonte: Inova da Amazônia S/A, (2013).

5.2. Gestão Ambiental na Empresa Inova da Amazônia S/A

A Gestão Ambiental é trabalhada na empresa visando a conservação do meio ambiente. Essa organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros. O que deve ficar claro é que “gerir” ou “gerenciar” significa saber manejar as ferramentas existentes da melhor forma possível e não necessariamente desenvolver a técnica ou a pesquisa ambiental em si. Pode estar aí o foco da confusão de conceitos entre a enorme gama de profissionais em meio ambiente: pois muitos são partes das ferramentas de gestão (ciências naturais, pesquisas ambientais, sistemas e outros), mas não desenvolvem esta como um todo; esta função pertence aos gestores ou gerentes ambientais que devem ter uma visão holística apurada (INOVA DA AMAZONIA S/A).

Pode-se então concluir que a (GA) é consequência natural da evolução do pensamento da humanidade em relação à utilização dos recursos naturais de um modo mais sábio; onde se deve retirar apenas o que pode ser repostado ou caso isto não seja possível, deve-se no mínimo recuperar a degradação ambiental causada pelos resíduos (BRUNDTLAND, 1987).

5.3 Identificação das Capacidades Tecnológicas

Em Figueiredo (2001), competência ou capacidade tecnológica pode ser entendida como um conjunto de aptidões presentes na organização que são capazes de desempenhar funções inovadoras nos âmbitos produtivos e organizacionais da mesma. Além disso, em Tacla e Figueiredo (2003), observa-se que capacidade tecnológica compreende os recursos necessários para originar e administrar mudanças tecnológicas, e esses recursos estão presentes tanto no capital humano quanto no próprio sistema organizacional das empresas. As capacidades tecnológicas são desenvolvidas apenas se houver acumulação de níveis básicos e intermediários de competências inovadoras.

O Quadro 5.1, ao relacionar as funções tecnológicas às competências e seus respectivos níveis, permite o entendimento de como se desenvolvem as capacidades tecnológicas na empresa estudada. O quadro apresenta as funções tecnológicas examinadas: atividades de processo, organização da produção; e atividades de produtos.

Essas funções são entendidas como competência da produção e apresentam os níveis de dificuldades das respectivas atividades que expressam as competências tecnológicas. As competências de rotina foram divididas em Nível 1 - Básico, que são as capacidades necessárias para a operacionalização da fábrica, Nível 2 - Renovando, referente às capacidades habilitadoras que são necessárias mas que individualmente não tornam a empresa competitiva. Ambas as capacidades estão em níveis de eficiência no uso das tecnologias existentes e na geração de ténues melhorias incrementais, tanto nas atividades de processos e organização da produção quanto nas atividades de produto.

As competências inovadoras, por sua vez, estão divididas em três níveis: o Nível 3 - Extra-Básico, o Nível 4 - Intermediário e o Nível 5 - Avançado, correspondentes às atividades responsáveis por selecionar, adquirir, adaptar e desenvolver tecnologias para criar ou aprimorar atividades inovadoras de processos e organização da produção e de atividades de produto.

Quadro 5.1: Acumulação de competências tecnológicas da empresa.

Níveis de Competência Tecnológica	FUNÇÕES TECNOLÓGICAS	
	Atividades de Processo e Organização da Produção	Atividades de Produto
COMPETÊNCIAS DE ROTINA		
Nível 1 Básico	Atividades de processos básicos; manufatura com operações manuais; planejamento e controle da produção básico; controle de qualidade 100 % visual na linha de produção.	Produto replicado a partir de especificações dadas; controle de qualidade básico do projeto de produto com garantia sobre falhas evidentes.
Nível 2 Renovando	Atividades de processos semi-automatizados; aprimoramento do planejamento e controle da produção; controle de qualidade rotinizado com parâmetros de comparação.	Produto com replicação aprimorada de especificações dadas; controle de qualidade com garantia das características estruturais do produto.
COMPETÊNCIAS INOVADORAS		
Nível 3 Extra-Básico	Expansão de capacidade para a eliminação de gargalos na linha de manufatura; controle de qualidade na linha de produção e controle estatístico de processos; adaptação de equipamentos para aprimoramento da manufatura.	Mudanças incrementais aperfeiçoando os produtos existentes; introdução ao design próprio dos produtos; criação de especificações próprias de produtos existentes.
Nível 4 Intermediário	Introdução e rotinização de técnicas organizacionais; alongamento contínuo da capacidade a partir da automação de máquinas e equipamentos.	Desenvolvimento próprio de novos produtos com assimilação de tecnologia por meio de licenciamento, transferência tecnológica e/ou análise comparativa; incorporação de serviços agregados ao produto.
Nível 5 Avançado	Organização da produção, desenho e desenvolvimento de processos próprios baseados em Engenharia e P&D.	Desenho e desenvolvimento de produtos originais baseados em Engenharia e P&D.

Fonte: Adaptado de Figueiredo, (2001).

No caso da empresa Inova da Amazônia S/A, observa-se que a mesma possui competências de rotina em relação às duas funções tecnológicas referidas desde a época em que fabricava os seus produtos a partir do polipropileno, matéria-prima importada. Atualmente, tais capacidades permanecem; embora os produtos sejam produzidos a partir de matéria-prima diferente; o PET.

Com os processos inteiramente de rotina e automatizados a empresa se encontra no Nível 4 - Intermediário, para as atividades de processo e organização da produção.

Em relação às atividades de produto, a empresa demorou três anos para acumular capacidade inovadora no Nível 3 - Extra Básico, quando fez mudanças incrementais nos seus produtos. O Nível 4 - Intermediário foi atingido em quatro anos, quando a empresa passou a

desenvolver produtos a partir da reciclagem do PET. A organização se encontra neste mesmo nível até hoje para as atividades desse produto. O percurso realizado pela empresa Inova na acumulação de competências tecnológicas demonstra que a conservação e o aprimoramento das mesmas são essenciais para aumentar o nível de competitividade da empresa, possibilitando a sua expansão física e organizacional inclusive para o mercado externo.

5.4 Análise e Discussões dos Resultados

Cassiolato e Lastres (2005) afirmam que o sistema de inovação consiste num grupo de instituições distintas que colaboram com o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado numa localidade, setor, região ou país. Esses mesmos autores destacam que o importante não é apenas o desempenho das empresas e organizações de ensino e pesquisa; mas também o modo como elas interagem entre si e com outros diversos atores. Dessa forma, os processos de inovação são criados e mantidos pelas relações entre as organizações, sendo a inovação portanto sistêmica de interatividade.

Vargas (2002) complementa essa ideia afirmando que a partir da abordagem sistêmica, a inovação passa a ser considerada como o resultado da trajetória de uma empresa dentro do contexto espacial em que a mesma atua; ou seja, a empresa inova através da interação com outras organizações, busca criar, desenvolver e trocar diferentes tipos de conhecimento.

Em Negri e Salermo (2005) é dito que a inovação é a peça chave na estratégia de desenvolvimento do Brasil. Assim o país vem estabelecendo uma estrutura institucional que contribui para o avanço da inovação. Uma delas promove e regula a relação entre as instituições públicas de ciência e tecnologia e as empresas privadas incentivando a interação entre as mesmas e o desenvolvimento da inovação nas empresas. Nesse sentido é visível o esforço dos governos em estabelecer e fortalecer organizações de apoio ao sistema de inovação que contribuam com as atividades inovadoras e melhorem a competitividade das empresas, regiões e países nos âmbitos locais e globais.

Vedovello e Figueiredo (2006) definem essas organizações de apoio ao sistema de inovação como “conjuntos de arranjos institucionais organizados para promover e facilitar a disseminação de informação, conhecimento e tecnologia de fontes relevantes para as empresas e outras organizações”. Esses estudiosos destacam ainda que o principal objetivo da mesma é ajudar empresas a desenvolverem suas competências tecnológicas. Estudos de Vedovello e Figueiredo (2006) demonstram que as instituições vinculadas às atividades de CT&I existentes na região metropolitana de Manaus são compatíveis com as existentes em outras localidades do Brasil, mesmo que possuam suas peculiaridades regionais. Os mesmos autores classificam essas instituições que formam o sistema de inovação da seguinte forma:

Instituições vocacionais para a coordenação e articulação de atividades de CT&I: normalmente são aquelas de caráter governamental, como a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Amazonas; Instituições vocacionais para o fomento de atividades de CT&I: são em sua maioria também vinculadas à esfera governamental, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM; Instituições vocacionais para a execução de atividades de CT&I: esse grupo é representado pelas instituições tanto públicas quanto privadas, como a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), o Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) entre outras.

Mesmo com a existência dessas instituições é notável que muitas empresas amazonenses não percebem e/ou não confiam na possibilidade de conseguirem financiamentos para que possam investir em pesquisa e desenvolvimento de competências inovadoras. Isso se deve em muitos casos a falta de uma vasta divulgação pelos meios de comunicação sobre tais programas de incentivo. Partindo desse pressuposto e observando a trajetória da empresa, segundo a própria empresa; varias organizações de apoio ao sistema de financiamento a inovação e tecnologia foram solicitadas através de projetos desenvolvidos pela empresa para capitalizar recursos financeiros no processo de desenvolvimento da telha de PET.

Destaca-se que a empresa Inova, também recebeu apoio de uma Universidade fora do Estado. Isso comprova que Vedovello e Figueiredo (2006) afirmam sobre o fato de que não se pode negligenciar estabelecimento de relações com organizações não locais, ou seja; “a proximidade física entre as organizações de apoio e o setor produtivo pode ser considerada importante, mas não suficiente”. Assim, compreende-se a importância da interação entre as empresas e as organizações de apoio ao sistema de inovação local e não local para beneficiar o desenvolvimento da pesquisa e insentivar empresários e estudantes ao desenvolvimento da ciência. A Tabela 5.2 apresenta as principais atividades; resultados esperados, bem como a duração das atividades com relação ao mês de início e término indicando se a obra foi executada de forma completa.

Tabela 5. 2: Principais atividades versus resultados esperados

Principais atividades	Resultados esperados por atividade	Duração das atividades		Executada completa
		Mês início	Mês término	
Consultoria de apoio técnico-econômico e consolidação geral dos parâmetros do projeto	Relatório técnico-econômico consolidado com resultados esperados	1	1	x
Celebração do convênio com Universidades em Manaus	Convênio Firmado	1	1	x
Análise das telhas fabricadas atualmente, dos corpos de prova e do protótipo final feito por uma Universidade Brasileira	Obter características químicas, físicas e mecânicas das telhas	1	12	x
Catalogar fornecedores e realizar simulação do processo de reciclagem	Possuir cadastro de todos os fornecedores e as características de sua matéria-prima	6	7	x
Seleção e análise através de ensaios das matérias-primas A, B e C por tipo de contaminação/estado do material	Obter características químicas, físicas e mecânicas da matéria-prima (garrafas PET) selecionada	10	17	x
Análise da matéria-prima utilizada no processo atual	Obter características químicas, físicas e mecânicas da matéria-prima (flocos) selecionada	5	9	x
Treinamento dos funcionários envolvidos no processo de reciclagem	Colaborador apto no novo processo	12	12	x
Injetar os corpos de prova tipo A, B e C	Verificar a qualidade das telhas	12	12	x
Análise através de ensaios dos corpos-de-prova tipo A, B e C	Obter características químicas, térmicas, mecânicas e físicas do material transformado	8	21	x

Na Tabela 5.3 apresenta as comparações de montagem versus as informações do produto.

Tabela 5.3: Montagem do protótipo das telhas versus Informações necessárias a respeito do produto para desenvolvimento do modelo numérico-computacional.

Montagem do protótipo das telhas	Informações necessárias a respeito do produto para desenvolvimento do modelo numérico-computacional	Quantidade	Informação	Execuada	Incompleta
Desenvolvimento de modelo numérico computacional da estrutura de cobertura	Dimensionamento e detalhamento dos elementos empregados na montagem do protótipo da cobertura	19	20	x	
Montagem do protótipo da estrutura do telhado	Funcionamento do protótipo para realização das análises necessárias	20	21	x	
Realização dos ensaios de desempenho de cobertura (deformações e esforços)	Definição das características do sistema de cobertura, seus elementos e ligações com a elaboração de projeto final	21	22	x	
Solicitação do registro de patente do sistema de cobertura a cabo	Protocolo do pedido de registro de patente	18	18	x	
Elaboração das especificações técnicas de montagem	Descrição da montagem do sistema, contendo informações específicas dos elementos de forma que um profissional possa fazê-lo sem dificuldades	21	24	x	
Adequação do molde das telhas para o sistema a cabo	Molde alterado para fabricar a telha adequada ao sistema de cobertura a cabo	4	20	x	
Fabricação de lote experimental das telhas para o sistema a cabo	Telhas fabricadas	10	21	x	
Adequação do processo de fabricação das telhas	Identificar o tempo necessário a fabricação de cada tipo de telha	7	14	x	
Elaboração das estratégias de marketing para atingir o público-alvo	Lançamento do produto no mercado	22	30		x
Comercialização pioneira das telhas e do sistema de cobertura a cabo	Lançamento do produto no mercado	23	30	x	

✓ Principais resultados alcançados:

Foi conseguido melhorar a qualidade do produto: foram feitas algumas alterações na fórmula que compõe a telha e foram alcançados bons resultados. Este processo ainda está em evolução, tendo em vista que o processo fabril da telha está aguardando um novo teste que deverá ser realizado no próximo semestre.

Os proprietários foram a busca de novas fórmulas e um novo molde já foi adequado ao novo sistema de cobertura. Com essa perspectiva o novo sistema de cobertura ecológica foi concretizado, mas ainda não foi divulgado ao mercado.

Foram detectadas algumas inconsistências no telhado e o protótipo está sendo alterado e corrigido e será submetido a novos testes. A empresa já solicitou junto ao INPI o registro da patente.

✓ Também foram analisadas as estimativas pretendidas; são elas:

1- Aumentar cada vez mais o volume de captação de garrafas PET por meio de coleta seletiva junto a cooperativas e associação de catadores e catadores individuais. Insistir junto à prefeitura para uma parceria de apoio ao trabalho: quanto mais PET forem fornecidos para empresa, mais limpa estará a cidade de Manaus.

2- Com um produto de melhor qualidade e com matéria-prima suficiente para a produção, pretende-se ampliar as vendas para alcançar uma boa parte do mercado competitivo nacional e internacional

3- A empresa está conseguindo aumentar gradativamente o número de pessoas envolvidas, tanto nas coletas das garrafas PET quanto nas atividades desenvolvidas pela empresa; hoje ela já oferece aos colaboradores uma cesta básica mensal e plano de saúde.

Principais ganhos obtidos; foi à possibilidade de investir em pesquisas mais avançadas e a descoberta de novas técnicas para serem implementadas em novos modelos de telha, as quais a empresa não poderia custear sozinha. As dificuldades encontradas foram diversas, dentre elas vale destacar a demora para a realização das pesquisas em laboratórios fora do estado; pois na cidade de Manaus, não existem laboratórios disponíveis para realização dos testes, devido a demanda ser muito alta.

Na Figura 5. 14 deve-se esclarecer os seguintes aspectos importantes:

1- Antes de "fixar fortemente" as abraçadeiras de nylon, tenha a certeza que os dois "pinos guia" estejam aparecendo (olhar o telhado por baixo). Se não estiverem aparecendo, isso quer dizer que a montagem deverá ser corrigida para não ter problema futuros.

2- As ripas inseridas no telhado (cantoneiras ou metalon) têm que estar encostadas no "pino guia" da telha, caso contrário reveja os ajustes de espaçamento entre ripas que é de 32,2cm. A Figura 5. 14 mostra a Estrutura de Madeira da telha



Figura 5. 14 – Estrutura de Madeira da telha.
Fonte: empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

A Figura 5.15 mostra como funciona o sistema do esticador do telhado.

Figura 5.15: Mostra 2 perfis U de 3” que servem de esticador de estrutura e base da estrutura.

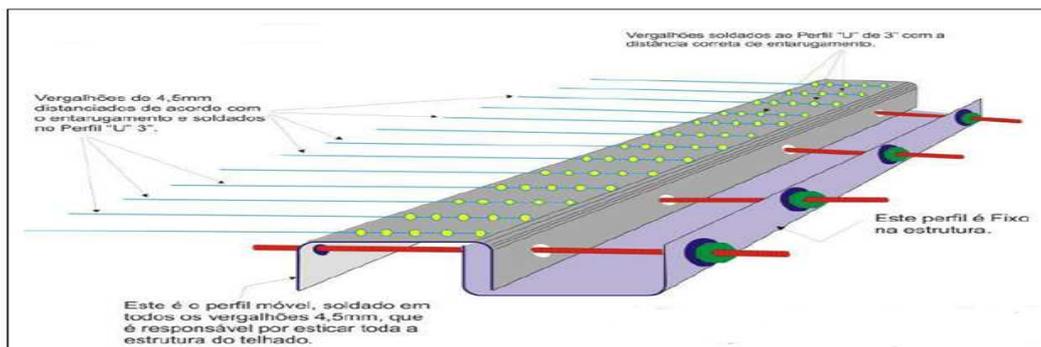


Figura 5.15: Mostra 2 perfis U de 3” que servem de esticador de estrutura e base da estrutura.

Fonte: empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

As Figuras 5.16 e 5.17 mostram a telha romana, cumeeira e embalagens palatizadas.

Telha Romana		
Unidade de Faturamento	Dimensões	Embalagens
Cumeeira		
Unidade de Faturamento	Dimensões	Embalagens

Figura 5.16: telha romana, cumeeira e embalagens palatizadas.
Fonte: empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

A Figura 5.17 mostra as embalagens paletizadas.

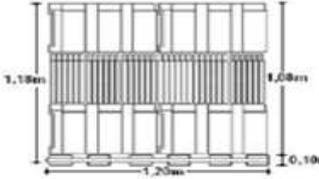
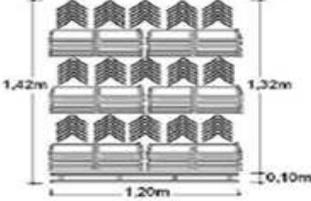
Embalagens Paletizadas		
Unidade de Faturamento	Dimensões	Embalagens
	<p>TELHAS - TELHAS PALLET = 216 UNIDADES Peso Líquido = 115,20 kg Peso Bruto = 120,50 kg Embalagem - Amarrado c/ 6 unid. 12 Amarrados - Cada 6 x 2) 3 Camadas = 36 Amarrados - 216 Unid.</p> 	<p>CUMEIRA - TELHAS PALLET = 324 UNIDADES Peso Líquido = 275,40 kg Peso Bruto = 286,00 kg Embalagem - Amarrado c/ 6 Unid. 9 Amarrados / Camada (5+4) 6 Camadas = 54 Amarrados = 324 Unid.</p> 

Figura 5.17: Embalagens Paletizadas.
 Fonte: Inova da Amazônia S/A, (2013).

A Figura 5.18 mostra a Tabela comparativa de pesos entre a telha produzida da reciclagem do PET e a telha convencional.

Tabela Comparativa de Peso	
Telha	Telha Convencional
<p>Dimensões: 53 x 35,5 cm Peso Unitário: 0,98 kg (Aproximadamente) Telhas / m²: 6 Peso m²: 5,88 kg Inclinação: 30° a 45°</p> <p>Peso Palete (30m²): 174 kg</p> 	<p>Dimensões: 22 x 40 cm Peso Unitário: 2,4 kg (Aproximadamente) Telhas / m²: 17 Peso m²: 40,8 kg Inclinação: 30° a 45°</p> <p>Peso Palete (30m²): 1.080 kg</p> 

Figura 5.18: Comparativo na pesagem entre telhas produzidas a partir de PET reciclado com os de telhas convencionais.

Fonte: empresa Inova da Amazônia S/A, (2013).

A Tabela 5.4: Tabela comparativa de pesos entre a telha de PET e a telha de cerâmica. Segue o exemplo: Em uma casa de 100 m², o peso do telhado de cerâmica é de aproximadamente 4.080 kg, já o telhado com a telha de PET o peso é aproximadamente 588 kg. Confirmando que a telhas de PET são 85% mais leves que as telhas de cerâmica, sem contar com a estética no telhado onde o cliente tem a opção de comprar o telhado da cor que preferir.

A Tabela 5.4: Propriedades e dados obtidos entre as telhas cerâmicas e as telhas de PET.

Dimensões	Telhas Cerâmicas	Telhas de PET
Largura (m)	40	53
Comprimento (m)	23,5	35,5
Peso (kg)	2,4	0,95
Custo unitário (R\$)	1,03	12,9
Número de telha por m ² (1,m ²)	16	6
Custo por cumeeira (R\$)	28	15
Custo por m ² (R\$/m ²)	10,28	77,4
Peso por cumeeira (kg)	2,5	0,85
Peso por m ² (kg/m ²)	38,4	5,7
Custo total do telhado (R\$)	162,11	207,3

Fonte: Silva, Franciscon & Rocha, (2010).

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSÕES, SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS E REFERÊNCIAS.

6.1 Conclusões

❖ Concluiu-se através da identificação no processo de produção da empresa Inova; que o manejo dos resíduos gerados pelas atividades produtivas poderia ser minimizado, e evitar maiores desperdícios da matéria-prima na produção da telha de PET.

❖ A análise dos impactos ambientais no meio organizacional teve como objetivo a melhoria do setor produtivo e meio ambiente, contribuindo aos colaboradores mais segurança no desenvolvimento de suas atividades.

❖ Os benefícios da construção de uma cobertura de telha de PET foram mostrados em feiras de exposições para a construção civil; nas escolas onde a empresa desenvolve o projeto de educação ambiental para conscientizar os alunos a conservação do meio ambiente: tais benefícios são: durabilidade do produto, alta resistência mecânica sobre impacto, isolamento térmico e acústico, a não proliferação de fungos e fogo, as telhas não trincam, e quando fixadas dentro dos padrões exigido pela engenharia não há possibilidade de infiltração da chuva sob a cobertura.

❖ A gestão ambiental foi aplicada na empresa de maneira mais ampla, visando o ordenamento da atividade humana para originar o menor impacto possível sobre o meio ambiente, dando foco na produção de telha ecológica a partir da reciclagem de garrafas PET.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

1. Estabelecer critérios para aprofundar as discussões sobre a legislação da construção civil, visando à organização do setor produtivo e a conservação do meio ambiente;

2. Estudar novos meios de estimular empresários de vários seguimentos, a desenvolverem o processo de reciclagem, não apenas de material PET, mas também de outros materiais recicláveis, para proporcionarem a cidade de Manaus um ambiente mais limpo para a população amazonense;

3. Criar grupos de voluntários para desenvolverem processos de reciclagem nas empresas e cooperativas de catadores de lixo e associações do Município de Manaus para destinarem os resíduos reciclados a projetos tecnológicos e inovação para disponibilizarem mais empregos, sejam eles diretos ou indiretos a população local.

REFERÊNCIAS

ABIPET - Associação Brasileira da Indústria do PET, Rua Joaquim Floriano, 72, conjunto 85. Itaim Bibi, São Paulo SP. CEP04534-000. Telefone: 011 – 3078-1688 Fax: 011 – 3078-1688. abipet@abipet.org.br, 2013.

ACHILIAS D. S. *et al.* Recent Advances in the Chemical Recycling of Polymers (PP, PS, LDPE, HDPE, PVC, PC, Nylon, PMMA). Laboratory of Organic Chemical Technology, Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki. Greece. 2012.

ACHILIAS, D.S.; P. MEGALOKONOMOS, G.P. KARAYANNIDIS Current trends in chemical recycling of polyolefins, *J. Environmental Protection and Ecology*7(2), 407-413 (2006).

ACHILIAS, D. S *et al.* MATERIAL RECYCLING – TRENDS AND PERSPECTIVES. Edited by Dimitris S. Achilias. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. 2012.

ACHILIAS, D.S.; G. P. TSINTZOU, A. K. NIKOLAIDIS, D. N. BIKIARIS, G. P. Karayannidis, Aminolytic Depolymerization of poly(ethylene terephthalate) Waste in a Microwave Reactor, *Polymer International*, 60, 500–506 (2011).

ACHILIAS, D.S.; H.H. REDHWI, M. N. SIDDIQUI, A.K. NIKOLAIDIS, D.N. BIKIARIS, G.P. KARAYANNIDIS, Glycolytic Depolymerization of PET Waste in a Microwave Reactor, *Journal of Applied Polymer Science*, 118 (5), 3066–3073 (2010).

ACHILIAS, D.S.; KARAYANNIDIS, G.P. The chemical recycling of PET in the framework of sustainable development, *Water, Air and Soil Pollution: Focus*, 4, 385-396 (2004).

AGUADO, J.; SERRANO, D.P. (Eds.) Feedstock recycling of plastic wastes. The Royal Society of Chemistry, Cambridge UK, 1999.

AKOVALI G. *Frontiers in the Science and Technology of Polymer Recycling*”, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-7923-5190-8, 1998.

[ALEGRIA](#), M. “Brasil descarta 53% de garrafas PET na natureza”, 15 de novembro, 2007. Fonte: <http://www.reciclaveis.com.br/noticias/00711/0071105pet.htm> Acesso em 07 abr. 2013.

AWAJA Firas & DUMITRU Pavel. *Recycling of PET*, *Europeans Polymer Journal* 41. 2005. Pp. 1453 – 1477.

BELLETTI C., G. 'Polyester fiber from 100 % recycled PET bottle”, *Chem. Fibers Int* 1997, 28 – 30.

BRAGA, Benedito et al. *Introdução á Engenharia Ambiental – 2ª. Ed.* São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2005.

BRANCO, S. M. *O Meio Ambiente em Debate.* São Paulo: Moderna, 1997.

BRUNDTLAND, G, Ed. *Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford, U.K. 1987.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. *Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política*. Revista São Paulo em Perspectiva, v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.

CEDOLP - Comissão Especial de Divulgação e Orientação da Política de Limpeza Pública. SEMULSP. Prefeitura Municipal de Manaus (PMM). Manaus, Amazonas. 2013.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. Rua Bento de Andrade, N°126. Jardim. Paulista. CEP04503-000. São Paulo. SP. www.cempre.org.br, 2013.

CONSTITUICAO FEDERAL - CF. SENADO FEDERAL. Brasília. DF. 1988.

EHRIG R.J., (1992), "Plastics Recycling: Products and Processes", Hanser Publishers, New York, USA, 1992.

EREMA. Plastic recycling systems, the PET pant technology. 2002.

FENZL, Norbert e MACHADO, José Alberto da costa. A sustentabilidade de sistemas complexos: conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento sustentável: aspectos teóricos e práticos. Belém/NUMA/UFPA, 2009.

FERIGOTTI, C.; FIGUEIREDO, P. *Internacionalização de Competências Inovadoras na Indústria de Linha Branca: a experiência da Electrolux do Brasil S/A*. Curitiba, 2004.

FIGUEIREDO, Paulo N. *Acumulação Tecnológica e Inovação Industrial: conceitos, mensuração e evidência no Brasil*. São Paulo em Perspectiva, v.19, n. 1, p. 54-69, 2005.

FORLIN, F. J. & FARIA, J. A. F. Considerations About Packing Plastics Recycling. *Polímeros*, 2002, vol.12, no.1, p.1-10. ISSN 0104-1428. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v12n1/9876.pdf>> Acesso em 17 set. 2013.

FORMIGONI, Ê. F. Rodrigues, (2009). "A Busca pela Sustentabilidade do PET, através da Sustentabilidade da Cadeia de Suprimentos" 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo – Brazil – May 20th-22nd – 2009.

GIL, A.C. Como elaborar projeto de pesquisa. 4ª Edição. Editora Altas. São Paulo. SP. 2002.

GRUPO-PET. Pesquisa aplicada. UNICAMP. Campinas. SP. 2012.

HART S.L.; MILSTEN, M.B. Creating Sustainable Value. *Academy of Management Executive*. V17, n.2, p.56-69, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002.

KARAYANNIDIS, G.P. A.K. NIKOLAIDIS, I.D. SIDERIDOU, D.N. BIKIARIS, D.S. ACHILIAS, Chemical recycling of PET by glycolysis: Polymerization and characterization of the dimethacrylated glycolysate, *Macromol Mater Eng*291, 1338-1347 (2006).

KARAYANNIDIS, G.P. D.S. ACHILIAS. Chemicalrecycling of poly (ethylene terephthalate), *Macromol. Mater. Eng.*, 292(2), 128-146 (2007).

KARAYANNIDIS, G.P.; A. Chatziavgoustis and D.S. Achilias, Poly (ethylene terephthalate) recycling and recovery of pure terephthalic acid by alkaline hydrolysis, *Advances in Polymer Technology*, 21(4), 250-259 (2002).

KARAYANNIDIS, G.P.; D.S. ACHILIAS, I. SIDERIDOU and D.N. BIKIARIS, Alkyd resins derived from glycolized waste poly (ethylene terephthalate), *Eur. Polym. J.*, 41, 201-210 (2005).

KARAYANNIDIS, G.P.; D.S. ACHILIAS Chemical recycling of poly (ethylene terephthalate), *Macromol. Mater. Eng.*, 292(2), 128-146 (2007).

LEONARD-BARTON, Dorothy. *Nascentes do saber: criando e sustentando as fontes de inovação*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1998.

MAHLER, D. Supply chain management review. 2007, disponível em <<http://scmr.com/article>>. Acesso em 26 de fevereiro de 2008.

MARTINE, G.; MCGRANAHAN, G. 'Brazil's early urban transition: what can it teach urbanizing countries? London: IIED, 2010. (Series Urbanization and Emerging Population Issues). Disponível em: <<http://www.iied.org/pubs/display.php?o=10585IIED>>. Acesso em Julho 2013.

MERRIAM, S. *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco – Jossey – Bass, 1998.

MELLO Pivoto, E. AMBIENTE URBANO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. [leiam-e-importante-ambiente-urbano.html](#) Acesso em fevereiro 2013.

MESTRINER, F. *Desing de embalagem*. 2ed. Pearson Education: São Paulo, 2002.
MEU MUNDO SUSTENTÁVEL. Reciclagem de garrafas PET. Disponível em: <<http://meumundosustentavel.com/eco-glossario/reciclagem-de-garrafas-pet/>>. Acesso em 05 abr. 2011

MINISTÉRIO DAS CIDADES - MC. Palácio do Planalto. Brasília. DF. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Brasília. DF. 2013.

MOTA, Suetônio. *Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

NORBERT Fenzl e José Alberto da Costa MACHADO. *A Sustentabilidade de Sistemas Complexos*. Belém NUMA/UFPA, 2009 285 p. ISBN 978-85-88998-28-5.

NEGRI, João Alberto de; SALERNO, Mario S. *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: IPEA, 2005.

NIKLES, D.E., M.S. FARAHAT, New motivation for the depolymerization products derived from PET waste: A review. *Macromol. Mater. Eng.* 2005, 290, 13-30

PIVA, A. M.; WIEBECK, H. *Reciclagem do Plástico – Como fazer da reciclagem um negócio lucrativo*. São Paulo: Artliber, 2004.

ROSAL, Anna C. L.; FIGUEIREDO, Paulo N. *Aprendizagem corporativa e acumulação tecnológica: a trajetória de uma empresa de transmissão de energia elétrica no norte do Brasil*. *Gestão & Produção*, 13 (1), pp. 31-43.

SALERNO, Mario S.; NEGRI, João Alberto de; BAHIA, Luis Dias; ARBACHE, Jorge Saba. *Strategies of product innovation and differentiation do lead to higher wages: an empirical investigation in the Brazilian industry*. In: Globelics 6th International Conference 2008, 2008, Cidade do México. New insights for understanding innovation and competence building for sustainable development and social justice. Cidade do México: UAM, 2008.

SANDRO Donnini Mancini & Mari ZANIN. Recyclability of PET from virgin resin. *Materials Research* 2. 1999. pp. 33-38.

SAVASTANO, H. Telha de fibrocimento vegetal. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/savasta.htm>>. Acesso em 01 abr. 2011.

SEMULSP – Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos. Prefeitura Municipal de Manaus (PMM). 2013.

SCHEIRS J. Polymer recycling, science, technology and application. John Wiley and Sons. 1998.

SCHEIRS, J. Polymer Recycling, Science, Technology and Applications, Published by John Wiley & Sons, New York, 1998.

SCHEIRS, J., KAMINSKY, W. (eds.) Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics. Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels. Wiley - VCH, 2006.

SCHMIDHEINY, S. Cambiando el rumbo: una perspectiva global del empresariado para el desarrollo y el medio ambiente. México: Fondo de Cultura Económica, 1992.

SIDDIQUI, M.N.; D. S. ACHILIAS, H.H. REDHWI, D.N. BIKIARIS, K.-A. G. KATSOGIANNIS, G. P. KARAYANNIDIS, Hydrolytic Depolymerization of PET in a Microwave Reactor, *Macromolecular Materials & Engineering*, 295, 575–584 (2010).

SILVA, C. L. & MENDES, J. T. G. Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável. Agentes e interações sob a ótica multidisciplinar. Editora Vozes. PETRÓPOLIS, 2005.

SILVA, Leonardo José Dias; FRANCISCON, Maria Silva Capelletto; ROCHA, Rodolfo Cavaliere, Utilização de telhas de PET reciclado na construção civil. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*. Volume 6. Número 1, Junho, 2010.

SUPPLY CHAIN COUNCIL. Supply chain corporations references model – SCOR version 7.0. Disponível em <http://www.supply-chain.org>. Acesso em 15 de dezembro de 2011.

TACLA, C.; FIGUEIREDO, P. *Processos de Aprendizagem e Acumulação de Competências Tecnológicas: evidências de uma empresa de bens de capital no Brasil*. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 3, n. 7, p. 101-126, 2003.

Empresa Inova da Amazônia S/A. Fabrica. Avenida Leste nº 845 Distrito Industrial, CEP 690000. Manaus- Amazonas. Telefone (92) 3297-0000.

VARGAS, M. *Proximidade territorial, aprendizado e inovação: um estudo sobre a dimensão local de processos de capacitação inovativa em arranjos e sistemas produtivos no Brasil*. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 2002.

VEDOVELLO, C.; FIGUEIREDO, P. *Capacidade tecnológica e sistema de inovação*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

YIN, Robert. K. *Estudo de Caso – Planejamento e Métodos*. 3ª Edição. Bookman. Porto Alegre. RS. 2010.

ANEXOS

ANEXO I

ROTEIRO DE COLETA SELETIVA DA EMPRESA 1 NA CIDADE MANAUS-AM

O Quadro 6.1 - Apresenta o roteiro de coleta seletiva da empresa 1 realizada no município de Manaus.

Quadro 6.1: Roteiro de coleta seletiva

DIA DE SEMANA	ABRAGÊNCIA	ENTREGA
Segunda Feira	Conj. Sub-Tenentes e Sargentos, Esc. Mul. República do México, Conj. Beija-Flor II, Conj. Rio Maracanã, Conj. Beija-Flor I, Residencial Laranjeiras, Residencial Laranjeiras Premium, Conj. Duque de Caxias, Parque das Laranjeiras – Rua Rondônia, Rua Maranhão, Rua Goias, Rua Alagoas, Rua Pernambuco, Rua Rio Grande do sul e Rua Santa Catarina.	Núcleo 2
Terça Feira	Esc. Est. Ondina de Paula Ribeiro, Japiim I, Japiim II e Esc. Mun. Izabel Angaritta.	Núcleo 3
Quarta Feira	Vale do Sol I e II, Jardim Petrópolis, Esc. Mun. Prof. José Wandemberg Ramos Leit, Escola Renasce (Jardim Petrópolis, Escola Munic. Rosa Tereza Aguiar Abtibol, Huascar Angelim, Jardim Paulista, Semasc, Ed. Ópera Prima, Edifício Equatorial, ED. Belini (Rua Recife), Edifício Bromélia. (Área da Tumpex) Vieiralves e Manauense.	Núcleo 4
Quinta Feira	Conj. Abílio Nery, Conj. Celetramazon, Conj. Íca Paraíba, Cond. Ouro Preto, Conj. Vila Municipal, Conj. Adrianópolis, Cond. Rosa Smaniotto, Conj. Jardim Espanha I, II e III, Conj. Morada do Sol, Cond. Residencial Portal do Sol, Condomínio Sol Nascente I e II e Cond. Sol Morar.	Núcleo 5
Sexta Feira	SEMED, Av-A, Rua 2-Shangri-lá-IV, Jardim Oriente, Conj. Barra Bela, Conj. Jardim primavera I e II, Conj. Vila do Rei, Sausalito, Malibu, Novo horizonte, Icarai, Parque Imperial, Pqres. Verdes Mares 1, Conj. Nova Friburgo, Conj. Jardim Amazonas e Conj. Castelo Branco II.	Rotativo
Sábado	Edifício Solar Maria de Nazaré (Rua Fortaleza prox. a praça), Conj. Castelo Branco I, C.S.U, Conj. Pindorama, Conj. Pq. Tropical, Conj. Meridional, Conj. Jd. Belo Horizonte e Assembleia Legislativa.	Núcleo 1

Fonte: SEMULSP, (2013).

ANEXO II

ROTEIRO DE COLETA SELETIVA DA EMPRESA 2 NA CIDADE MANAUS-AM

O Quadro 6.2 - apresenta o roteiro de coleta seletiva da empresa 2 realizada no município de Manaus.

Quadro 6.2: Roteiro de coleta seletiva

Dias de Semana	Abrangência		
Segunda Feira	Condomínio Bervely Hills - Rua 01, E.E. Menino Jesus de Praga (Rua Eduardo Ribeiro, 16 - Chapada) Cond. Le Village Blanc, Conj. Bervely Hills-Rua 02, Conj. Dom Pedro 1 e Conj. Dom Pedro, Cond. Nice Riviera, Cond. Maestro Cláudio Santoro. Ponta Negra, Cond. Ilhas Gregas, Cond. Castelli, Cond. Farol da Ponta Negra, Cond. Maison Beethoven, Condomínio Varandas e Cond. Villa Lobos.		
Terça Feira	Conjunto Andirá, Encontro das Águas, Cond. Abraão Pazuello, Conj. Advogados, vila do ASA, vila Plácido de Castro, Vila do CIGS, Vila Marechal Dutra, Vila Militar, Guararape, Esc. Est. Maria Amélia do Espírito Santo, Conj. Kissia II, cond. Aripuanã, Conj. Kissia I, Déborah.		
Quarta Feira	Conj. Santos Dumont, Conjunto Hiléia I e II, CMEI Maria do Céu Vaz D'Oliveira (Rua A12 - Ajuricaba) e Conjunto Jardim Versales.		
Quinta Feira	Cond. Monte Clair, Ed Geneve, (Av. Ephigênio Salles), cond. Oásis, Conj. Luiza Maria, Conj. Ouro Negro, Conj. João bosco I, Acariquara I e II, Conj. João Bosco II, Colina do Aleixo, Conj. Villar Câmara, condomínio Rio Amazonas, Conj. Tiradentes, Conj. Petros, Clube de Golfe, Conj. Joaquim Ribeiro.		
Sexta Feira	Anexo SEMED (Torquato Tapajós), Pró-menor Dom Bosco, Conj. Augusto Monte Negro, Conj. Vista Bela, Conj. Belvedere, CMEI Profª Iredre Gama Machado (Rua 16, 02 - Lírio do Vale II) Cia de comando do 2º Agrupamento e Engenharia, Cond. Ponta Negra Village. CECMA (Comando Militar da Amazônia), Conj. Vila Verde (Santo Agostinho), Conj. Vila Verde II (Santo Agostinho), 1ª Companhia de Comunicação de Selva CMA (Comando Militar da Amazônia), Cond. Maison Liberté, Cond. Mirante do Rio Negro.		
Sábado	Cond. Uirapuru, Conjunto Eldorado, Ed. Ópera Prima, Rua Ivo Amazonas, Rua Cinco, Rua Silva Avarenga, Rua 3 três, rua dois e rua André Limongi, MM. Engenharia, conj. Murici, Conj. Samambaia.		
PONTOS DE ENTREGA DA COLETA SELETIVA			
Local	Endereço	Responsável	Telefone
Núcleo 01	Rua Travessa 09 – Bairro Lagoa Azul	André de Souza Moraes	9122-8807
Núcleo 02	Rodovia AM-10 Km 18 – Ramal do Janjão	Maria de Fátima Silva	3653-2367
Núcleo 03	Beco Curimatã, nº 14 - Santa Etelvina	Irineide ou José	3634-3151
Núcleo 04	Rua Jasmin, nº 359 - Santa Etelvina	Calcida Soares	3646-1941
Núcleo 05	Rua Butiti – Santa Etelvina	Raimundo Bentes	9175-5163

Fonte: TUMPEX, (2013).