UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CAROLINA CASTRO BORGES HIGINO

PROPOSTA DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA ALDEIA FULNI-Ô

RIO DE JANEIRO
2014

Carolina Castro Borges Higino

PROPOSTA DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA ALDEIA FULNI-Ô

Dissertação de Mestrado submetida ao Corpo Docente da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Orientadoras:

Prof. Flávia Chaves Alves, D.Sc
Prof. Denize Dias de Carvalho, D.Sc

RIO DE JANEIRO
2014

Higino, Carolina Castro Borges.

Proposta de Instalação de Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Aldeia Fulni-ô/ Carolina Castro Borges Higino . – 2014.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2014.

Orientadoras: Flávia Chaves Alves, D.Sc. e Denize Dias de Carvalho, D.Sc.

1. Resíduos sólidos. 2. Gerenciamento. 3. Resíduos Urbanos. 4.Coleta seletiva 5. Compostagem. I. Alves, Flávia Chaves. (Orient.) e Carvalho, Denize Dias (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação (Mestrado UFRJ/EQ), Escola de Química. III. Título.

Carolina Castro Borges Higino

PROPOSTA DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA ALDEIA FULNI-Ô

Dissertação de Mestrado submetida ao Corpo Docente da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Aprovado por:

_____

Prof. Flávia Chaves Alves, D.Sc , Orientadora - presidente da banca

_____

Prof. Denize Dias de Carvalho, DSc. – co-orientadora

_____

Prof. Estevão Freire, D. Sc.

_____

Prof. Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco, D. Sc.

_____

Prof. Fernanda Ribeiro do Carmo Damasceno, D. Sc.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Amaro e Graça, por todo o carinho, aprendizado e valores a mim passados. A minha irmã, Camila, que sempre esteve ao meu lado nestes anos também sempre com muito carinho. Ao meu amado marido, Daniel, por todo o apoio e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus queridos amigos, que fizeram parte de inúmeros momentos, bons e outros não tão bons, mas com alegria e diversão garantida. Estes estarão sempre em meu coração. Agradeço principalmente à minha amiga, Paula Falquetto, que me apoiou e ajudou na construção da dissertação, se mostrando sempre solícita. Enfim, uma amiga para todas as horas.

Às professoras Flávia e Denize que me orientaram durante o trabalho, sempre atenciosas e com boa vontade. Muito obrigada por todo o auxílio empregado para moldar esse trabalhado, dando-lhe consistência.

Enfim, agradeço a todos que aqui não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, seja, com palavras, gestos, orações e torcida, fortalecendo-me cotidianamente, contribuindo para o desfecho da jornada.

Finalmente, agradeço a Deus, por mais uma oportunidade concedida e pelo seu amparo em todos os momentos da minha vida.

Carolina Castro Borges Higino

HIGINO, Carolina Castro Borges. Proposta de Instalação de Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Aldeia Fulni-ô. Rio de Janeiro, 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Os resíduos sólidos são produzidos pelas atividades humanas e geram problemas ambientais, econômicos, políticos, sociais e de saúde. A falta de infraestrutura e preparo dos órgãos responsáveis faz com que a destinação ou a disposição dos resíduos seja realizada de forma inadequada. Essa forma de disposição dos resíduos produz um ambiente adequado à proliferação de vetores, causando grande desconforto e malefícios à saúde da população, além do mau cheiro e da poluição visual. Especificamente as comunidades indígenas da região Nordeste possuem muitos problemas ligados ao gerenciamento de resíduos sólidos. Este trabalho focou na aldeia indígena Fulni-ô, próxima ao município de Águas Belas, no Estado de Pernambuco, com o objetivo de investigar a situação dos resíduos sólidos e propor ações que reduzam o impacto dos problemas encontrados. A metodologia empregada consistiu na coleta de dados acerca da quantidade e tipos de resíduos sólidos para a realização da composição gravimétrica e propor ações de destinação consistentes. Como resultado obteve-se 67%, 3%, 2%, 9%, 2%, 6% e 11% de participação para os resíduos úmidos, papel, papelão, plástico, metal, vidro e outros, respectivamente. A média de geração *per capita* diária da aldeia é de 0,20 kg/habitante. Para a matéria orgânica foi sugerido a compostagem caseira, devido à pequena quantidade que 'sobra', tendo em vista que 80% é destinado à ração animal. Para os resíduos secos foi proposta a coleta seletiva. Para isso foi realizado o dimensionamento de uma Usina de Triagem e foi feito o levantamento dos custos associados a esta proposta. Foram analisados os dois cenários: um com 100% e outro com 50% dos resíduos sólidos coletados. Para ambos os cenários os investimentos totalizaram R$9.478,05. Analisando os custos tem-se: a)100% de aproveitamento dos resíduos sólidos: R$56.999.59; b) 50% de aproveitamento dos resíduos sólidos: R$29.554,49. Mas o mais importante são os ganhos indiretos com o bem-estar e saúde da população indígena. Ressaltou-se ainda, a importância da educação ambiental continuada para o sucesso do projeto.

HIGINO, Carolina Castro Borges. Proposal for Instalation of Solid Waste Manegement System of Village Fulni-ô. Rio de Janeiro, 2014. Dissertation (Master of Technology in Chemical and Biochemical Processes) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Solid wastes are produced by human activities and generate environmental, economic, political, social and health problems. The lack of infrastructure and preparation of responsible parts causes the irregular destination or disposal of wastes. This improper disposal of garbage produces a suitable environment for proliferation of vectors, causing great discomfort and harm to the health of population, in addition to bad smell and visual pollution. Specifically indigenous communities in the Northeast, have many problems related to solid waste management. This paper focused on the indigenous village Fulni-ô, located closed to Águas Belas, Pernambuco state, with the target to investigate the situation of solid wastes and propose actions to reduce the impact of problems discovered. The methodology consisted of collecting data about the amount and types of solid waste for performing gravimetric composition and propose consistent actions to allocation. As a result we obtained 67%, 3%, 2%, 9%, 2%, 6% and 11% of participation for wet wastes, paper, cardboard, plastic, metal, glass and other, respectively. The average daily per capita generation of the village is 0.20 kg / inhabitant. To the organic matter was suggested home composting due to the small amount 'spare', given that 80% is used for animal feed. To the dry residue was proposed selective collection. For this was done the scaling of a Plant Screening and the discovered the associated costs with this proposal. Two scenarios were analyzed: with 100% and another 50% of solid waste collected. For both scenarios investments totaled R$ 9,478.05. Analyzing costs have: a) 100% utilization of solid wastes: R$56,999.59; b) 50% of utilization of solid wastes: R$ 29,554.49. But most important are the indirect gains from the welfare and health of the indigenous population. Also was emphasized the importance of continuing environmental education for the success of the project.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 Objetivos 15
1.1.1 Objetivo Geral 15
1.1.2 Objetivos Específicos 15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17
2.1 Resíduos Sólidos Urbanos 17
2.2 Hierarquia dos Resíduos Sólidos 25
2.3 Coleta Seletiva 27
2.4 Tratamento para Resíduos Secos – Reciclagem 31
2.4.1 Reciclagem do Papel 33
2.4.2 Reciclagem do Plástico 34
2.4.3 Reciclagem do Vidro 36
2.4.4 Reciclagem do Metal (alumínio) 38
2.5 Tratamento para Resíduos Úmidos – Compostagem 40
2.5.1 Fases da Compostagem 43
2.6 Central de Separação de Recicláveis (CSR) 46
3 MATERIAIS E METODOLOGIA 49
3.1 Descrição do cenário de estudo: Aldeia Fulni-ô 49
3.2 Etapas da coleta de dados 50
3.3 Materiais 50
3.4 Análise de dados 51
3.5 Material de apoio 52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 53
4.1 Resíduos Sólidos Urbanos 53
4.2 Proposta de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos 62
4.2.1 Resíduos Secos 63
4.2.2 Resíduos Úmidos 72
4.3 Avaliação de Custos 75
4.4 Divulgação da Coleta Seletiva e Educação Ambiental 81
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES 87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 91

ANEXO A - Orientação para Separação dos Materiais para a Coleta Seletiva 101
APÊNDICE A - Orientação para a Operação da Composteira 103
APÊNDICE B - Material de Apoio sobre Coleta Seletiva e Reciclagem 107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Destinação final de RSU na Região Nordeste (t/dia). 21
Figura 2.2. Destinação final de RSU no Estado de Pernambuco (t/dia). 21
Figura 2.3. Impacto de diferentes alternativas na redução de emissões de gases de efeito estufa. 24
Figura 2.4. Pirâmide de Resíduos Sólidos. 25
Figura 2.5. Quantidades/Percentuais de municípios por região e Brasil em que existem iniciativas de coleta seletiva. 30
Figura 2.6. Funcionários com EPIs realizando a separação dos materiais em esteira de triagem. 32
Figura 2.7. Comportamento da Taxa de Recuperação de Papeis Recicláveis. 34
Figura 2.8. Evolução das Taxas de Recuperação de PET. 35
Figura 2.9. Destino das Embalagens de Vidro Pós-Consumo no Brasil em 2007. 37
Figura 2.10. Evolução dos Índices de Reciclagem de Vidro no Brasil (%). 38
Figura 2.11. Índice de Reciclagem de Latas de Alumínio (%). 39
Figura 2.12. Perfil de temperatura de uma leira aeróbica. 41
Figura 2.13. Fases da compostagem. 44
Figura 4.1. Composição Gravimétrica dos RSU gerados na aldeia indígena Fulni-ô em janeiro de 2013. 53
Figura 4.2. Dados de matéria orgânica coletados das famílias indígenas. 58
Figura 4.3. Dados de matéria seca coletados das famílias indígenas. 58
Figura 4.4. Lixo disposto sem nenhuma preocupação e tratamento dentro de uma escola municipal localizada na aldeia. 60
Figura 4.5. Vazadouro a céu aberto localizado na periferia do município. 61
Figura 4.6. Área próxima ao local onde é realizado o ritual Ouricuri. 61
Figura 4.7. Fluxograma do processo de triagem. 64
Figura 4.8. Simbologia para diferenciação dos tipos de plásticos utilizados na indústria. 68
Figura 4.9. Prensa enfardadeira. 69
Figura 4.10. Área de espera da Usina de Triagem e Compostagem. 70
Figura 4.11. Organização física de uma Usina de Triagem. 71
Figura 4.12. Modelos de composteiras de PVC. 73
Figura 4.13. Composteira de tijolos. 74
Figura 4.14. Composteira de tijolos coberta. 74
Figura 4.15. Panfleto confeccionado pela Prefeitura de Florianópolis. 83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Participação dos Materiais no Total de RSU Coletado no Brasil 17
Tabela 2.2. Quantidade de Municípios por Tipo de Destinação Adotada 18
Tabela 2.3. Quantidade diária de resíduos sólidos, domiciliares e/ou públicos, coletados e/ou recebidos, por unidade de destino final dos resíduos sólidos coletados e/ou recebidos. 19
Tabela 2.4. Municípios, total e com serviço de manejo de resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos 20
Tabela 2.5. Valores estabelecidos de controle para composto orgânico 45
Tabela 2.6. Receptores de Materiais Recicláveis em Pernambuco 47
Tabela 4.1. Quantidade de Lixo Gerado por Unidade de Tempo na Aldeia Fulni-ô em janeiro de 2013 54
Tabela 4.2. Dados coletados das famílias indígenas em março de 2013 55
Tabela 4.3. Quantidade de Lixo Gerado por Unidade de Tempo na Aldeia Fulni-ô em março de 2014 56
Tabela 4.4. Quantidade média de Lixo Gerado por Unidade de Tempo na Aldeia Fulni-ô 57
Tabela 4.5. Geração de resíduos por região no Estado de Pernambuco 59
Tabela 4.6. Lista de EPIs indicados para os catadores no Processo de Triagem 66
Tabela 4.7. Investimentos para a instalação da Usina de Triagem 76
Tabela 4.8. Custos de Operação e Manutenção da Usina de Triagem por ano considerando 100% de recolhimento dos materiais recicláveis 77
Tabela 4.9. Gastos Anuais Relacionados a Equipamentos de Proteção Individual (EPI´s) .. 78
Tabela 4.10. Preços da tonelada do material reciclável em algumas cidades brasileiras em reais 79
Tabela 4.11. Receita anual gerada pela Usina de Triagem 79
Tabela 4.12. Custos de Operação e Manutenção da Usina de Triagem por ano considerando 50% de recolhimento dos materiais recicláveis 80
Tabela 4.13. Sugestão de temas para a educação continuada 84
Tabela A 1. Dificuldades encontradas no processo de compostagem 104

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são produzidos por diversas atividades humanas e geram problemas ambientais, econômicos, políticos, sociais e de saúde. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010, apresenta a seguinte definição para resíduo sólido:

> material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010).

A gestão desses resíduos é um dos grandes problemas enfrentados atualmente no Brasil, tendo em vista a falta de infraestrutura e preparo da população e dos órgãos públicos para realizar o correto tratamento desses materiais, ou seja, a destinação final ambientalmente adequada.

O manejo de resíduos está diretamente relacionado à saúde pública e à saúde dos ecossistemas locais. A descarga irregular de lixo produz um ambiente adequado à proliferação de vetores, causando grande desconforto e malefícios à saúde da população, além do mau cheiro e da poluição visual.

Quando os resíduos biodegradáveis são dispostos sem nenhum tratamento adequado, a céu aberto, inicia-se a decomposição aeróbica, até o completo consumo do oxigênio do ar e essa decomposição continua de forma anaeróbica, com produção de gases e líquidos poluentes. Um dos principais gases é o metano, gás de efeito estufa com potencial de aquecimento global (GWP) 21 vezes maior que o dióxido de carbono, sendo potencialmente perigoso devido ao risco de incêndio e explosões (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2013).

A infiltração do percolado ou lixiviado líquido que pode conter substâncias poluentes e tóxicas, como o mercúrio provindo de pilhas e baterias, pode contaminar lençóis freáticos, rios, riachos, lagos, lagoas, solo, além de poços e cisternas, inviabilizando a água utilizada no âmbito doméstico, inclusive para beber. Essas substâncias podem entrar com facilidade na cadeia alimentar por meio de peixes, aves e outros animais que se alimentam de resíduos *in natura* dispostos em lixões.

Isso constitui um fator grave de transmissão de doenças pela cadeia alimentar (SANTOS, 2008).

De acordo com Silva (2009), diferentes fatores influenciam na origem e na formação de resíduos sólidos urbanos: número de habitantes, área de produção, variações sazonais, hábitos e costumes da população, nível educacional, poder aquisitivo, tempo de coleta, eficiência da coleta, tipo de equipamento de coleta, disciplina e controle dos pontos produtores, leis e regulamentações específicas.

Cada material possui um tempo estimado de decomposição e a mudança da composição do lixo ampliou consideravelmente esse tempo. Na metade do século XX, o lixo era em sua maior parte orgânico[1], hoje o lixo tem como característica a presença de muitas embalagens, principalmente plásticas, além de isopores, pilhas, baterias e lâmpadas (GERESOL, 1999).

O gerenciamento de resíduos deve estar associado a medidas de prevenção, redução e correção dos problemas, como a educação da população, o consumo com menor descarte de resíduos, a reciclagem, a diminuição de desperdícios e o fim dos lixões, com vista à preservação dos recursos naturais, a economia de insumos e de energia e a minimização da poluição ambiental.

Cidades de pequeno porte vivenciam essa problemática devido à dificuldade na obtenção de recursos. Essa também é a situação das comunidades indígenas brasileiras, que possuem pouco ou nenhum saneamento e condições inadequadas de destinação e disposição finais dos seus resíduos e rejeitos (LIMA e COSTA, 2011).

O gerenciamento de resíduos sólidos das aldeias indígenas é um assunto pouco estudado, porém é de grande importância e merece mais atenção, pois tem como objetivo garantir a integridade do patrimônio indígena, com consequente melhora da qualidade de vida e proteção à saúde da população, respeitando as peculiaridades e singularidades etnoculturais das aldeias.

---

[1] A terminologia "orgânico" será utilizada no que se refere aos resíduos provenientes da alimentação, ou seja, resíduos úmidos, como: cascas de frutas, restos de legumes e verduras, etc. Apesar de plásticos e papéis, no âmbito da química orgânica, também serem classificados como materiais orgânicos, o termo aqui será utilizado em seu significado coloquial para melhor compreensão do texto.

Neste trabalho serão abordados aspectos sobre o gerenciamento de resíduos sólidos e será realizado um diagnóstico sócio-ambiental da situação dos resíduos gerados pela comunidade indígena Fulni-ô, localizada próxima ao município de Águas Belas, no estado de Pernambuco. Também serão propostas melhorias relacionadas à gestão desses resíduos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é propor ações que melhorem a disposição e a destinação finais dos resíduos sólidos da aldeia indígena da etnia Fulni-ô, localizada próximo à cidade de Águas Belas, visando o atendimento a PNRS com consequente melhora da qualidade de vida da aldeia. Dessa forma, será apresentada uma proposta de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na aldeia.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a viabilidade da realização da compostagem para o tratamento dos resíduos úmidos;
- Analisar a viabilidade da realização da coleta seletiva e da reciclagem para o tratamento dos resíduos secos;
- Propor a instalação de uma usina de triagem;
- Avaliar a viabilidade econômica da usina de triagem;
- Propor a realização da educação ambiental continuada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo será mostrado como é a composição dos resíduos sólidos e como o aumento da população vem se relacionando com o aumento da produção destes. Será discutida também a forma como essa problemática vem sendo tratada e de que forma a Política Nacional dos Resíduos Sólidos contribui para o gerenciamento da situação. Será exposto o cenário brasileiro referente aos materiais recicláveis e a coleta seletiva e a compostagem são os temas que cercam este trabalho.

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são resultantes das atividades domésticas, comerciais e industriais das populações e suas características socioeconômicas tem grande influencia sobre a composição desses resíduos (VILHENA, 1999), denominados coloquialmente de lixo urbano. Na Tabela 2.1 observa-se a constituição desses resíduos coletados no Brasil.

Mais da metade da constituição do lixo brasileiro é matéria orgânica, que possui maior biodegradabilidade. Os 48,6% restantes são materiais que levam mais tempo para se decompor. Apesar dos diferentes tempos de decomposição desses materiais, todos merecem atenção especial para que sejam tratados adequadamente.

Tabela 2.1. Participação dos Materiais no Total de RSU Coletado no Brasil

Material	Participação (%)	Quantidade (t/ano)
Metais	2,9	1.640.294
Papel, Papelão e TetraPak	13,1	7.409.603
Plástico	13,5	7.635.851
Vidro	2,4	1.357.484
Matéria Orgânica	51,4	29.072.794
Outros	16,7	9.445.830
TOTAL	**100,0**	**56.561.856**

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012.

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012), o crescimento da geração de RSU vem superando o crescimento populacional (1,3% contra 0,9% de 2011 para 2012). Ao mesmo tempo, observa-se um crescimento de 1,9% da quantidade de RSU coletados em 2012 no Brasil, quando comparado a 2011, o que demonstra um pequeno aumento da cobertura dos serviços de coleta no país. A Tabela 2.2 mostra que apenas 40% dos municípios tem seus resíduos depositados em aterros sanitários, contra 60% que ainda utiliza lixões e aterros controlados, o que representa 76 mil toneladas diárias dispostas de forma inadequada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012).

Tabela 2.2. Quantidade de Municípios por Tipo de Destinação Adotada

Destinação Final	**2011 – Regiões e Brasil**					
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	**BRASIL**
Aterro Sanitário	90	450	157	814	702	**2.213**
Aterro Controlado	110	505	149	643	366	**1.773**
Lixão	249	839	160	211	120	**1.579**
BRASIL	**449**	**1.794**	**466**	**1.668**	**1.188**	**5.565**

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008) apresentados nas Tabelas 2.3 e 2.4 mostram que mais de 259 mil toneladas de resíduos sólidos eram coletadas diariamente em 2008, sendo que 34%, ou seja 88 mil toneladas por dia, dos resíduos são dispostos de forma inadequada e mais de 70% dos municípios dispõe dessas práticas. Comparando com os dados de 2012 do Panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

(ABRELPE), percebe-se uma melhora na gestão de resíduos, pois houve uma redução de 12 mil toneladas dispostas de forma inadequada e mais municípios vem adotando práticas corretas, o que demonstra progresso do cenário brasileiro.

Devido à extensão do território nacional e a pouca conscientização da população acerca da necessidade de separação dos resíduos, mais lixões e aterros foram abertos em detrimento de unidades de compostagem, triagem e incineração, que, por exigirem maiores investimentos, receberam menos atenção e são pouco utilizadas no Brasil, diferentemente do continente europeu (IACONO, 2007).

Tabela 2.3. Quantidade diária de resíduos sólidos, domiciliares e/ou públicos, coletados e/ou recebidos, por unidade de destino final dos resíduos sólidos coletados e/ou recebidos.

Unidade de destino final dos resíduos sólidos coletados e/ou recebidos	**Qtd.**	**%**
Vazadouro a céu aberto (lixão)	45.710	18%
Vazadouro em áreas alagadas ou alagáveis	46	0%
Aterro controlado	40.695	16%
Aterro sanitário	167.636	64%
Unidade de compostagem de resíduos orgânicos	1.635	1%
Unidade de triagem de resíduos recicláveis	3.122	1%
Unidade de tratamento por incineração	67	0%
Outra	636	0%
TOTAL	**259.547**	**100,00%**

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008.

Tabela 2.4. Municípios, total e com serviço de manejo de resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos

Unidade de destino dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos	**Qtd.**	**%**
Vazadouro a céu aberto (lixão)	2.810	51%
Vazadouro em áreas alagadas ou alagáveis	14	0%
Aterro controlado	1.254	22%
Aterro sanitário	1.540	28%
Unidade de compostagem de resíduos orgânicos	211	4%
Unidade de triagem de resíduos recicláveis	643	12%
Unidade de tratamento por incineração	34	1%
Outra	134	2%
TOTAL DE MUNICÍPIOS COM MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	**5.562**	**100%**
TOTAL DE MUNICÍPIOS	**5.564**	**100%**

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008.

Analisando a Região Nordeste, comparando o ano de 2011 com 2012, registrou-se um aumento de 1,4% na geração de resíduos sólidos contra um aumento de 2,4% na quantidade de resíduos coletados. Das 51.689 toneladas diárias de resíduos sólidos geradas, 77,43% são coletadas, o que resulta em mais de 11,5 mil toneladas de RSU não coletadas por dia. Apesar de um crescimento de 5,8% de 2010 para 2011 na destinação ambientalmente correta, em 2012 esse quadro não evoluiu, mantendo o percentual de 65% - o que representa 7.522 toneladas por dia – de resíduos que são destinados para lixões e aterros controlados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2011 e 2012).

De acordo com a Pesquisa da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2012), o estado de Pernambuco possui um percentual de destinação adequada mais alto do que o da Região Nordeste (43,3%, enquanto que a média nordestina é de 35,4%), mas ainda tem grande parte dos seus resíduos sólidos dispostos de forma inadequada (56,7%) (Figuras 2.1 e 2.2).

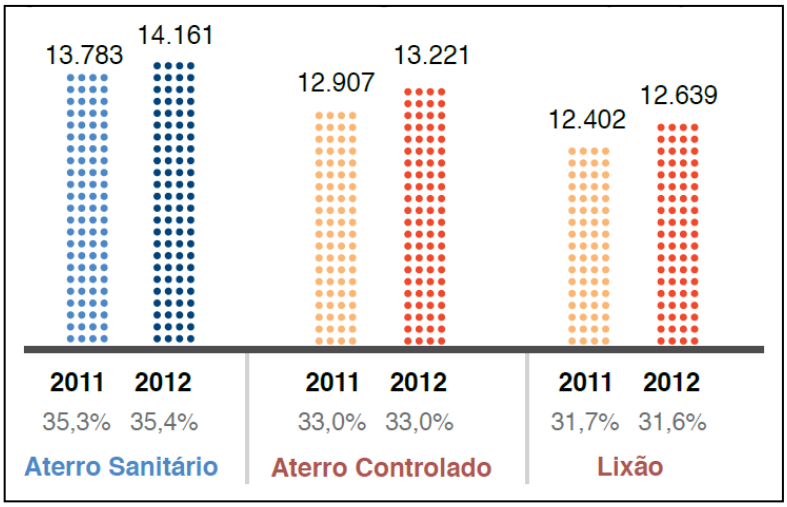

Figura 2.1. Destinação final de RSU na Região Nordeste (t/dia).

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012.

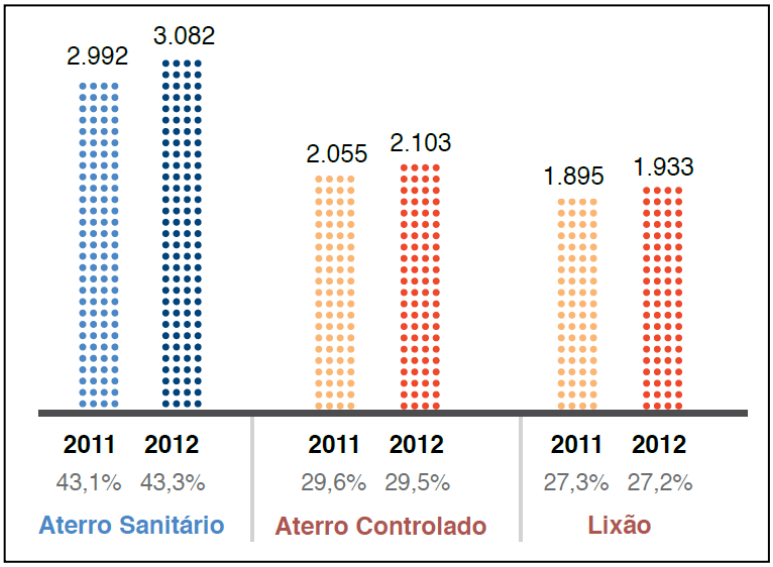

Figura 2.2. Destinação final de RSU no Estado de Pernambuco (t/dia).

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012.

Foi feito um levantamento bibliográfico sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados em aldeias indígenas no Brasil, pouco foi encontrado na literatura, buscou-se então complementar com dados sobre pequenos municípios.

Guimarães e Henkes (2013) estudaram a aldeia Guarani Mbiguaçu, localizada no município de Biguaçu em Santa Catarina, que conta com uma população de 14 pessoas. Colocaram a reciclagem como recurso indispensável para a qualidade de vida e saúde da população e do meio ambiente. Propuseram a instalação de lixeiras em alguns pontos da comunidade e colocaram a escola como protagonista da conscientização da importância da reciclagem e do manejo do lixo.

Bem como aldeias indígenas, cidades de pequeno porte também vivenciam a dificuldade com relação à gestão de resíduos sólidos, pela insuficiência dos recursos para a implantação de sistemas de saneamento e coleta de lixo (LIMA 2011).

A quantidade de lixo gerado na cidade Rafael Fernandes, localizada no Rio Grande do Norte, com 2.503 habitantes, vem aumentando ao longo dos anos e de acordo com Lima (2011), verificou-se que não há planejamento adequado para o monitoramento da coleta dos resíduos. A mão de obra utilizada para esse serviço gira em torno de 10 pessoas, que se revezam em turnos e não utilizam equipamentos de proteção individual (EPI). São coletados cerca de 9 toneladas de lixo por dia.

Arcila (2008) estudou municípios de pequeno porte, pelo fato de a maioria dos municípios brasileiros possuir esse perfil, percebendo que são nesses que a problemática do lixo está em evidência. Pontuou as dificuldades enfrentadas, como: falta de recursos técnicos, ausência de profissionais com conhecimento do assunto e problemas financeiros.

Baratto, Godoy e Robaina (2013) constataram que, em municípios menores, a falta de comprometimento do gestor público e ausência de planos de gestão é maior, levando à precária estrutura para o gerenciamento de resíduos sólidos. Estudaram sete municípios de pequeno porte no Rio Grande do Norte que realizam a coleta do lixo e alguns realizam até mesmo a separação, porém por falta de informação, poucos resíduos são reaproveitados e os rejeitos são dispostos indevidamente.

Assim como os trabalhos supracitados, a aldeia Fulni-ô não possui gerenciamento dos seus resíduos e como Guimarães e Henkes (2013) sugeriram, umas das medidas a serem adotadas é a instalação de lixeiras em pontos da comunidade. Apesar do tema já ter sido tratado por alguns autores, a aldeia em si

ainda não foi objeto de estudo. Então nesse trabalho serão analisadas as formas de se tratar adequadamente os resíduos gerados, visando à melhora da qualidade de vida dos que ali residem.

Com vistas a melhorar o panorama de resíduos sólidos no Brasil, criou-se em 2 de agosto de 2010 a Lei Federal nº 12.305, conhecida por Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que possui os seguintes objetivos (Art. 7º):

> I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
>
> II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
>
> III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
>
> IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
>
> V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
>
> VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
>
> VII - gestão integrada de resíduos sólidos;
>
> VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
>
> IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
>
> X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;
>
> XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:
>
> a) produtos reciclados e recicláveis;
>
> b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

A PNRS vem para auxiliar com instrumentos que permitem o avanço do país, de forma a colocar o Brasil em patamar de igualdade com países desenvolvidos; institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos (fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos); incentiva a reciclagem e a reutilização com o objetivo de reduzir o consumo de recursos naturais; cria metas para a eliminação dos lixões; obriga a criação de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e, finalmente, inova na Logística Reversa e Coleta Seletiva com a inclusão de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

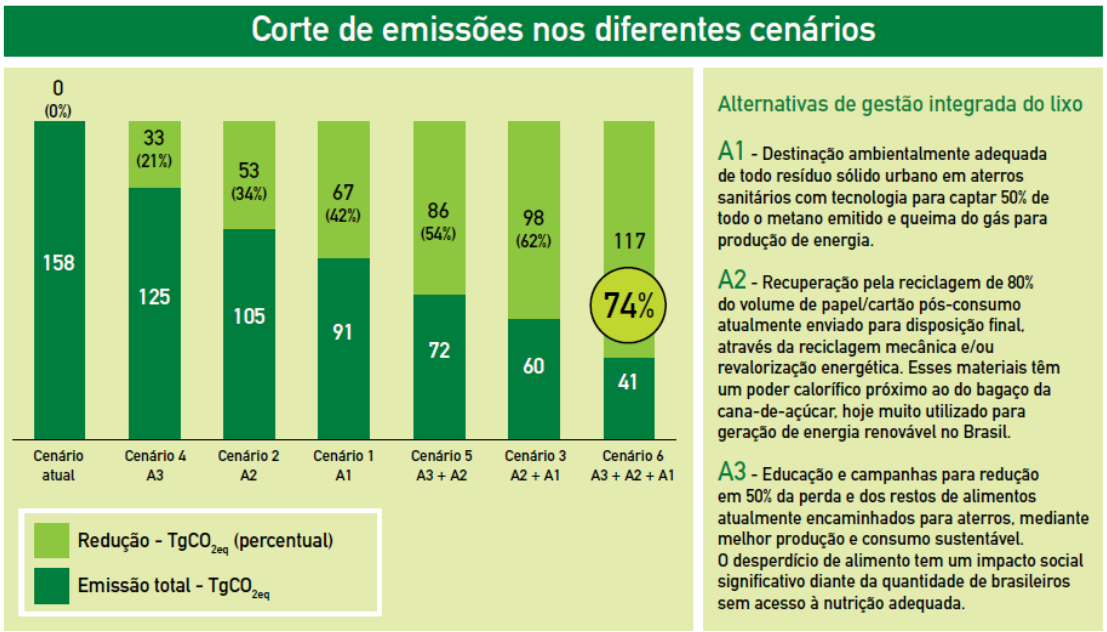

Figura 2.3. Impacto de diferentes alternativas na redução de emissões de gases de efeito estufa.

Fonte: CEMPRE, 2013.

A Figura 2.3 apresenta 3 (três) alternativas que envolvem o correto manejo dos resíduos sólidos, captação de gás metano com reaproveitamento energético, incorporação de novos hábitos de consumo e conscientização da população levando à redução do lixo gerado e disposição final. A aplicação de apenas uma dessas medidas pode reduzir em até 42% a emissão de gases de efeito estufa, mas quando combinadas, as três alternativas podem levar à redução de 74%.

Esses resultados foram possíveis pelo cálculo material orgânico coletado e seu potencial de emissão de gases de acordo com a disposição final. Uma porcentagem de 50% de carbono foi desconsiderada pelo fato de não chegar a biodegradar e permanecer estocado nos rejeitos (CEMPRE, 2013).

2.2 Hierarquia dos Resíduos Sólidos

O artigo 9º da PNRS, inspirado no art. 4º da Diretiva Europeia n°2008/98/CE, traz o “Princípio da Hierarquia da Gestão de Resíduos”, que estabelece uma ordem de prioridade para a gestão e para o gerenciamento de resíduos sólidos. Esta hierarquia esta representada na Figura 2.4.

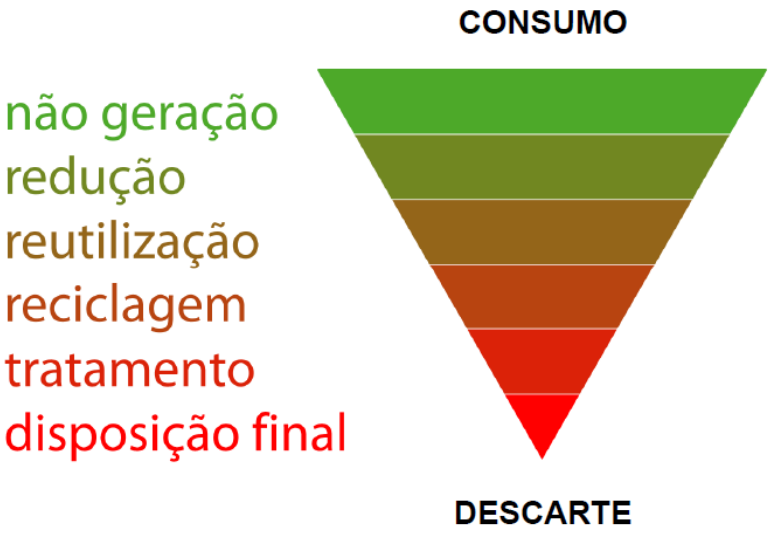

Figura 2.4. Pirâmide de Resíduos Sólidos.

Fonte: STECH, 2011.

Esse conceito consiste na identificação de estratégias e do seu respectivo grau de importância no gerenciamento dos resíduos, propiciando uma gestão mais eficiente e a otimização dos processos de tratamento, conforme descrito a seguir.

- Não geração: esse conceito está ligado ao desenvolvimento de tecnologias que garantam a eficiência em toda a cadeia produtiva e de serviços.

- Redução: baseia-se na redução do lixo produzido, que pode ser alcançada pela incorporação de novos hábitos de consumo. Fazer uso de produtos de maior durabilidade, por exemplo, reduz o desperdício.

- Reutilização: é o aproveitamento do material que será descartado, submetendo-o a pouco ou nenhum tratamento, sem alteração das suas características biológica, física ou físico-química. Alguns exemplos são: reutilização de garrafas de vidro e embalagens para armazenamento de objetos ou decoração.

- Reciclagem: processo de retorno do material ao mesmo ciclo produtivo ou a outro diferente do original, em que há alteração das suas características biológica, física ou físico-química, ou seja, transformação do resíduo em matéria-prima para a fabricação de novos produtos. Há dois tipos:

    - Reciclagem interna: reuso do produto da perda do processo de fabricação, o material retorna para o processo produtivo original, como por exemplo: cacos de peças de vidro defeituosas gerados durante a produção retornam para o processo como matéria-prima.
    - Reciclagem externa ou pós-consumo: reciclagem do material que é jogado fora após o consumo. Estes sofrem algum processo industrial de transformação, objetivando a fabricação de um produto (reciclado) com finalidade igual ou diferente, como por exemplo: garrafas de vidro retornam ao fabricante para serem

utilizadas na produção de novas garrafas ou são trituradas e utilizadas para substituir a areia na construção civil.

- Tratamento dos resíduos sólidos: métodos e operações realizadas com o intuito de minimizar o impacto negativo do resíduo para a saúde humana e para o meio ambiente, como: compostagem, incineração, reaproveitamento energético (BARBOSA e SALLIBI, 2012; BRASIL, 2010).

- Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos: “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (Art. 3º, VIII, Lei nº 12.305/2010).

2.3 Coleta Seletiva

A coleta seletiva é uma das soluções de maior viabilidade para a redução do volume de lixo produzido.

Ao comparar a coleta domiciliar com a coleta seletiva do lixo, os custos externos associados à poluição do ar, da água e do solo causada pela disposição dos resíduos em aterros e lixões a céu aberto não podem ser ignorados, o que torna o custo da coleta domiciliar mais elevado. Consequentemente, a internalização desses custos pode representar uma expressiva vantagem da coleta seletiva em relação à coleta domiciliar (OLIVEIRA, 2000 *apud* FERREIRA e CARVALHO, 2007).

De acordo com o Capítulo II, Artigo 3º, Inciso V da Política Nacional de Resíduos Sólidos, define-se coleta seletiva como “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição”.

A segregação pode ser realizada em Unidades de Triagem ou na fonte geradora (casas, escritórios, fábricas, hospitais, etc.), caracterizando a coleta porta-a-porta, e pode contar com a ajuda de cooperativas de catadores ou sucateiros. Além disso, há

pontos de entrega voluntária ou ecopontos, em que lixeiras de diferentes cores são espalhadas em determinados pontos da cidade.

Segundo a Companhia de Limpeza Urbana (COMLURB), em 2004 uma tonelada de lixo retirado das ruas com utilização de caminhões, pás mecânicas e gari custava R$ 150,00, enquanto que o lixo retirado dos ecopontos custava apenas R$ 50,00 aos cofres públicos municipais. Nas localidades onde já há ecopontos, a COMLURB estima que cerca de 300 toneladas de entulho deixem de ser jogadas nas ruas (TINELLI *et*. *al*., 2005).

O formato mais simples de coleta seletiva é a separação dos resíduos secos e úmidos, porém expandindo esse formato tem-se:

- Resíduos secos: podem ser separados em papel, plástico, vidro e metal;
- Resíduos úmidos: matéria orgânica biodegradável.

Para cada tipo de material há uma cor relacionada, a fim de facilitar a identificação. Os materiais que devem ser descartados em cada lixeira são (BRASIL, 2001):

- Marrom: resíduos orgânicos – restos de alimentos, vegetais, cascas de frutas;
- Cinza: materiais não recicláveis:
    - Vidros: cristais, espelho, lâmpadas, cerâmica, porcelanas, pirex, vidro de automóvel, tubos e válvulas de TV, utensílios de vidro temperado;
    - Plásticos: fraldas descartáveis, absorventes, adesivos e embalagens com lâminas metalizadas (bombons, biscoito, etc);
    - Metais: esponjas de aço, grampos, clipes, latas de tinta, embalagens aerossóis;
    - Papéis: papel higiênico, fotografia, papel carbono, etiquetas e fitas adesivas, guardanapos, lenços sujos, bitucas de cigarro, stencil;
- Verde: vidros recicláveis – garrafas, potes, frascos limpos de produtos de limpeza e produtos alimentícios e cacos de quaisquer itens acima;
- Vermelho: plásticos recicláveis – garrafas, tampas, mangueiras para jardim, sacos e sacolas plásticas, réguas, embalagens de higiene e

limpeza, garrafas PET, CD e DVD, conduítes, lona, tubos vazios de creme dental e utensílios plásticos (caneta, escova de dente, etc);

- Amarelo: metais recicláveis – lata e papel limpo de alumínio, talheres de aço, embalagens limpas de marmita de alumínio, panelas, fios, geladeiras, pregos e parafusos;
- Azul: papéis recicláveis – papelão, folhas, envelopes, cartões, cartolinas, cadernos, lenços de papel, papel toalha, caixas de ovos, papéis de embrulho limpos e papeis impressos em geral.

As vantagens da realização da coleta seletiva são inúmeras, pois:

- Reduz a extração de recursos naturais, além da poluição do solo, da água e do ar;
- Economiza água e energia;
- Prolonga a vida útil dos aterros, devido à redução da quantidade de lixo;
- Diminuição dos gastos com remediação de áreas degradadas pelo mau acondicionamento do lixo;
- Possibilita a reciclagem de materiais que seriam jogados no lixo, o que leva à redução de custos de produção com consequente queda do valor do produto final;
- Melhora das condições ambientais e de saúde pública das cidades que adotam essa prática, além de diminuir os gastos com limpeza urbana;
- Fortalece as cooperativas, o que promove a inserção social e a geração de emprego e renda por meio da comercialização dos materiais.

O estabelecimento do sistema de coleta seletiva e a realização do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ficam a encargo do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Apesar de poucos municípios adotarem essa prática – apenas 994 dos 5564 municípios brasileiros, o que representa apenas 17,9% dos municípios – um aumento expressivo pode ser notado nos últimos anos, pois esse número era de apenas 451 no ano 2000. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

A tendência é que esses números cresçam, pois como revela a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em seu Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2012), 59,8% dos municípios indicaram a existência de iniciativas de coleta seletiva, conforme mostra a Figura 2.5, sendo que em 2011 esse número era de 58,6%. No Nordeste eram 651 municípios com tal iniciativa contra 678 em 2012 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2011 e 2012).

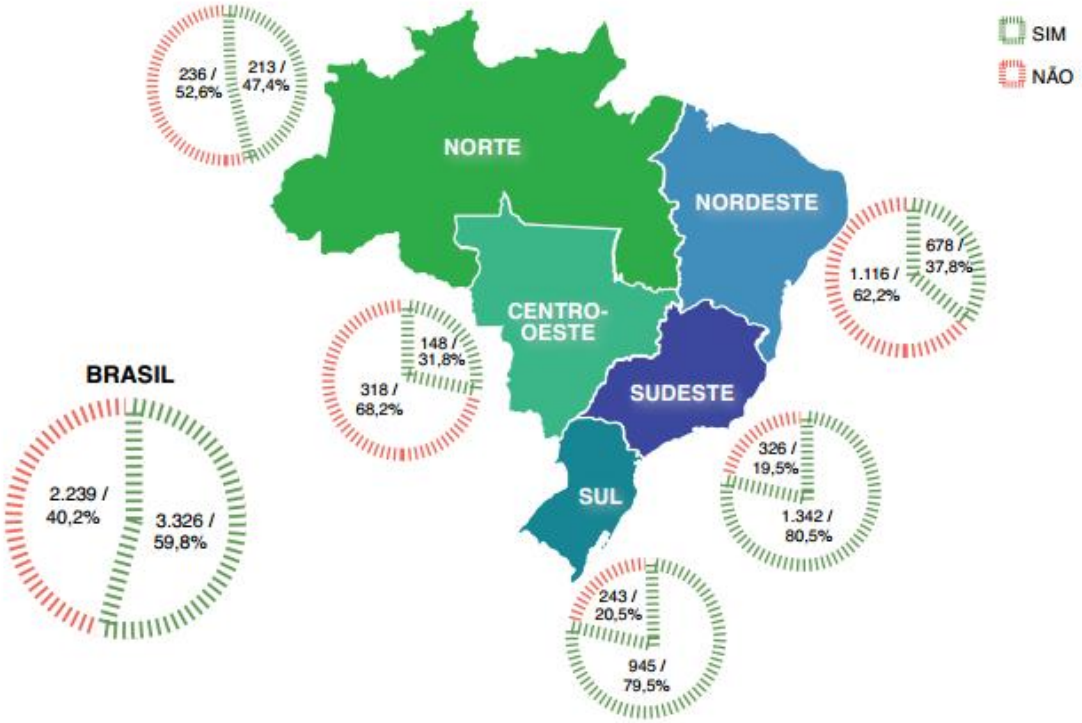

Figura 2.5. Quantidades/Percentuais de municípios por região e Brasil em que existem iniciativas de coleta seletiva.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012.

Além da ABRELPE, que colabora para a gestão de resíduos sólidos, há também o CEMPRE (Compromisso Empresarial para a Reciclagem) estimulando ações sustentáveis, como a coleta seletiva. É uma associação formada por empresas privadas, que incentiva e promove a reciclagem.

2.4 Tratamento para Resíduos Secos – Reciclagem

A PNRS inclui a reciclagem como uma das ações a serem priorizadas com vistas a contribuir para a redução do consumo de recursos naturais, pois incentiva a utilização de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados. Nos termos da Lei, a reciclagem é definida como:

> processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) (BRASIL, 2010).

Além disso, a PNRS prevê a participação dos catadores, que constitui ganhos sociais significativos com o resgate da cidadania e a inclusão de cidadãos que estavam à margem da sociedade, tendo em vista que muitos encontram na coleta seletiva uma forma de sobreviver e sustentar suas famílias (SILVA, 2010). Em adição, Gonçalves (2003) pontua em seu livro uma pesquisa realizada por Ricardo Wyllie com 122 catadores, que revelou que 33% destes não deixariam a atividade se pudessem, mostrando um perfil empreendedor dos profissionais que realizam essa atividade.

Uma boa separação favorece a recuperação dos materiais que serão reciclados, porém as etapas de coleta e separação dos resíduos estão associadas a algumas dificuldades. Essa separação pode acorrer de dois modos (BARBOSA e SALLIBI, 2012), porém ambos exigem a prévia retirada dos resíduos orgânicos, tendo em vista que estes contaminam todo o material reciclável, inviabilizando o seu aproveitamento e consequente reutilização.

- Coleta comum seguida de triagem: não há separação dos resíduos no momento da coleta. Estes são levados a um centro de triagem, em que a forma usual de separação é visual e manual, realizada por funcionários dispostos ao longo de uma esteira, utilizando equipamentos de proteção individual (EPI) (Figura 2.6).

Figura 2.6. Funcionários com EPIs realizando a separação dos materiais em esteira de triagem.

Fonte: MECALUX, 2013.

- Coleta seletiva de recicláveis: nesse processo há melhoria da qualidade do material separado já que estes são separados na fonte (ou seja, nas residências, por exemplo). Este procedimento evita o contato indesejável entre os resíduos, o que reduz a contaminação. Outra vantagem é a participação ativa da população, tendo em vista que o material é separado previamente, aumentando a conscientização dos cidadãos.

O processo de reciclagem pode ser dividido em quatro categorias, que variam em função do material (BARBOSA e SALLIBI, 2012):

- Reciclagem primária: há baixa contaminação do material. O produto gerado possui características similares ao produto original. Esse tipo de reciclagem é característico da reciclagem industrial, em que há o aproveitamento de aparas, sobras e peças defeituosas ou fora de especificação.
- Reciclagem secundária: aqui se obtém produtos diferentes do original. É o caso da reciclagem pós-consumo, que é realizada a partir de resíduos sólidos urbanos. Devido a isso, esse tipo de reciclagem está associado a um maior nível de contaminação.
- Reciclagem terciária: também denominada por reciclagem química. Implica na recuperação dos componentes químicos básicos de um

produto, como derivados de petróleo no caso dos plásticos, para reutilizá-los como produtos químicos ou na produção de novos plásticos;

- Reciclagem quaternária: conhecida também por reciclagem energética. Consiste na utilização do conteúdo energético dos materiais pela queima ou incineração, ou seja, transforma o lixo urbano em energia elétrica e térmica. Apesar do nome, não é propriamente uma reciclagem por não gerar novos produtos com materiais já utilizados.

2.4.1 Reciclagem do Papel

O papel vem sendo utilizado desde os tempos mais remotos. A utilização da celulose na confecção do papel se deu em 1840 e as polpas dos pinheiros e dos eucaliptos são as mais utilizadas. A primeira por causa do preço e da resistência devido ao maior comprimento da fibra; a segunda, pelo rápido crescimento da árvore.

Com a chamada “era dos computadores” achou-se que o consumo de papel diminuiria consideravelmente, mas isso não é o que vem sendo observado, pelo contrário, o consumo de papel vem crescendo a cada ano e, consequentemente, a produção também. De acordo com a Associação Brasileira de Celulose e Papel (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 2013), o crescimento médio anual de celulose é de 7,1% e de papel é de 5,4%. Devido a isso, a reciclagem ganha força e apoio, pois há redução dos custos da matéria-prima, tendo em vista que a pasta de aparas é mais barata que a celulose de primeira e há a economia de recursos naturais.

O comportamento do consumo de aparas e da taxa de recuperação de papéis ao longo dos anos pode ser visto na Figura 2.7.

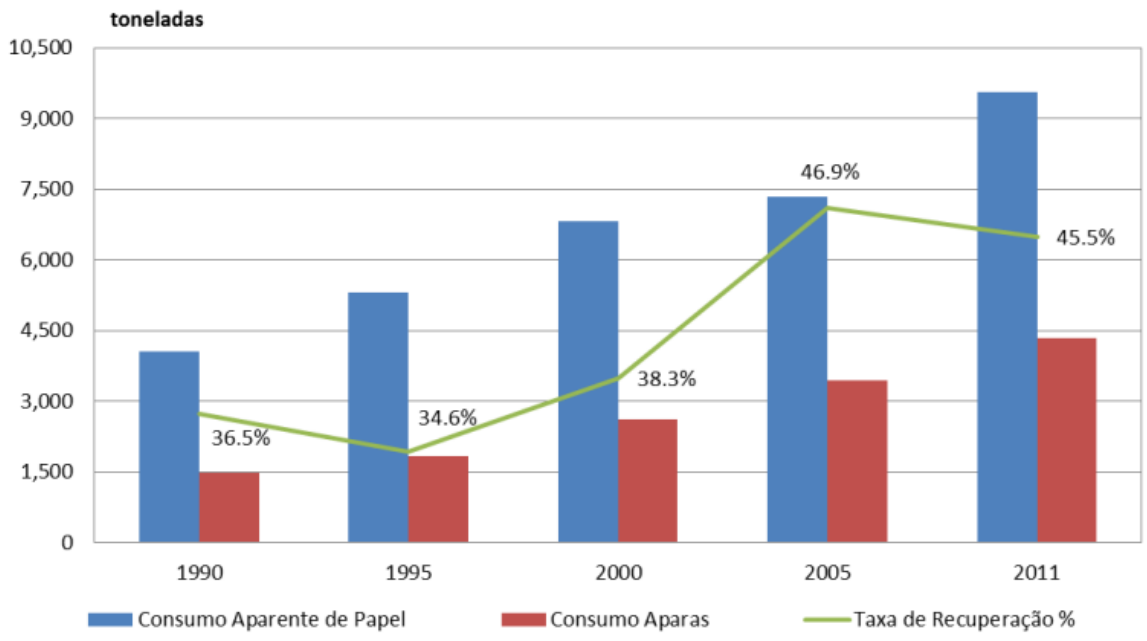

Figura 2.7. Comportamento da Taxa de Recuperação de Papeis Recicláveis.

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 2013.

Dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (2013) mostram que a taxa de recuperação de papéis recicláveis foi de 45,5% em 2011 e vem apresentando tendência de crescimento. Essa taxa mede a relação entre a massa de papel coletado e a massa de papel consumido, que pode ser representada pela Equação 1 (MACEDO e VALENÇA, 1995):

$$Tr = \frac{coleta\ de\ aparas}{consumo\ de\ papel} \qquad \text{Equação (1)}$$

2.4.2 Reciclagem do Plástico

Características como o baixo custo de produção e a alta maleabilidade fazem do plástico um insumo amplamente consumido em todo o mundo e, portanto, é um dos materiais mais encontrados nos aterros.

Ele é utilizado para a fabricação de diversos utensílios, com exceção de embalagens de alimentos e remédios, devido às impurezas do material. Alguns

exemplos desses utensílios são: baldes, cabides, sacos de lixo, pentes, conduítes, lixeiras, cerdas de vassouras, garrafas de água sanitária, embalagens de detergentes, peças para veículos e “madeira plástica” (CAPELAS JUNIOR, 2012).

Comparando o processo original com a reciclagem, o plástico reciclado economiza 70% de energia desde a exploração da matéria-prima até a formação do produto final (PLASTIVIDA, 2012).

Na figura a seguir pode-se acompanhar a evolução da taxa de recuperação de PET no Brasil.

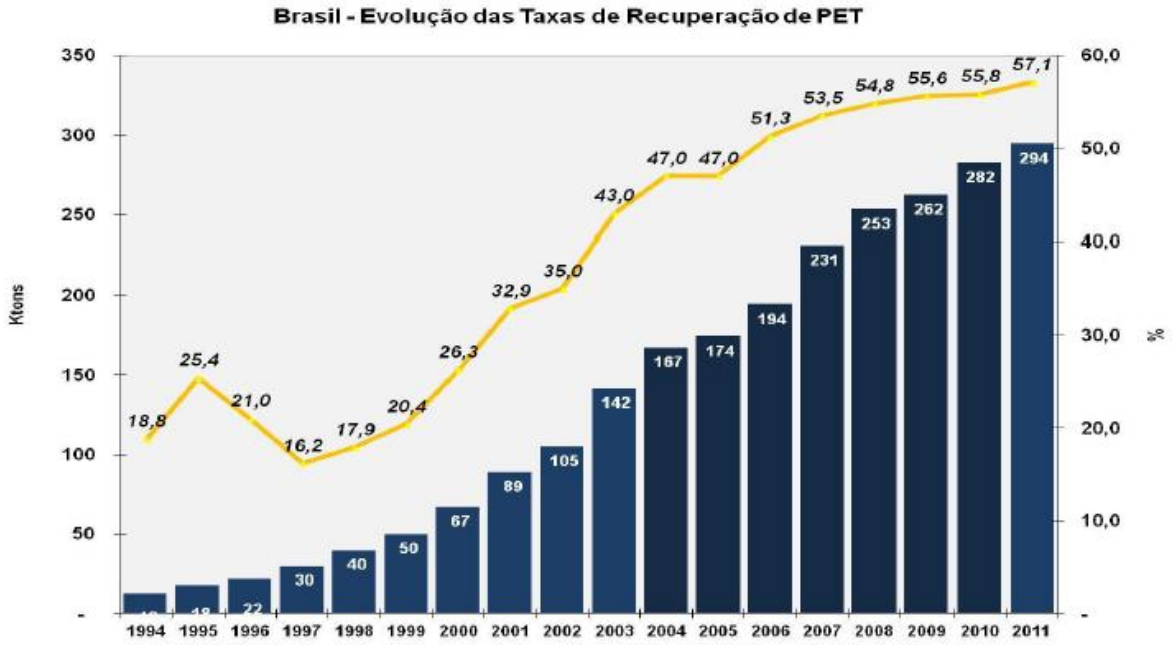

Figura 2.8. Evolução das Taxas de Recuperação de PET.

Fonte: FRAGA, 2012.

A reciclagem desse material, bem como o consumo de plásticos reciclados, vem crescendo ao longo dos anos (Figura 2.8) devido ao desenvolvimento de novas tecnologias e acredita-se também no aumento da conscientização da população como peça chave para isso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS, 2013). Em 2011 a taxa de recuperação de PET foi de 57,1%. Esse tipo de plástico merece destaque, pois vem substituindo

embalagens de vidro e latas, sobretudo na indústria de alimentos e bebidas e possui alta reciclabilidade.

2.4.3 Reciclagem do Vidro

O vidro, composto por areia (sílica), barrilha (carbonato de sódio), calcário (carbonato de cálcio), dolomita (carbonato duplo de cálcio e magnésio), feldspato (alumínio silicato de sódio e potássio) e sulfato de sódio, tem como principais características a sua natureza inerte, impermeável e alta durabilidade. Quatro seguimentos compõem o setor de vidros no Brasil, são eles: vidro oco (embalagem), utensílios domésticos, vidros técnicos e vidros planos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES E PROCESSADORES DE VIDROS PLANOS, 2013).

A reciclagem desse material se dá basicamente pelo derretimento, sendo necessária a realização prévia de algumas etapas que garantirão a qualidade do produto-final (ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO, 2013):

- Remoção de tampas e rótulos;
- Triagem por tipos de produto (lisos, ondulados, vidros de janelas, de copos, etc) e cor do vidro cores (âmbar, verde, translúcido e azul);
- Lavagem para remoção de resíduos;
- Moagem.

O vidro pode ser totalmente reaproveitado, resultando em menor gasto de matérias-primas naturais, redução da emissão de particulados de gás carbônico e menor consumo de energia, pois o ponto de fusão do vidro (entre 1000ºC e 1200ºC) é menor do que o ponto de fusão dos minérios utilizados em sua fabricação (entre 1500ºC e 1600ºC), o que também reflete na maior durabilidade dos fornos. Além disso, ele pode ser reciclado muitas vezes sem perder suas características e qualidade. As vantagens econômicas são ainda mais abrangentes quando se pensa nos gastos com a extração, beneficiamento e transporte dos minérios que seriam utilizados (CRISIGIOVANNI, 2010).

A extração de areia é um dos fatores preponderantes da degradação dos rios brasileiros. Para uma tonelada de vidro reciclado, cerca de 1300 kg de areia deixariam de ser extraídos (PINTO-COELHO, 2009).

Apesar dos fatores citados acima, o processo de reciclagem de vidros apresenta custos elevados devido ao grande emprego de mão de obra e grande quantidade de água e energia necessárias para o processo, porém essa é uma realidade brasileira. O exemplo de países mais desenvolvidos mostra que para que a reciclagem seja viabilizada, a indústria vidreira deve estar envolvida, deve haver uma estrutura que proporcione o correto funcionamento da coleta seletiva que inclui uma boa logística de transporte, deve haver a participação da comunidade e efetiva atuação do governo (PINTO-COELHO, 2009).

Na Figura 2.9 pode-se visualizar os destinos das embalagens de vidro pós-consumo no Brasil.

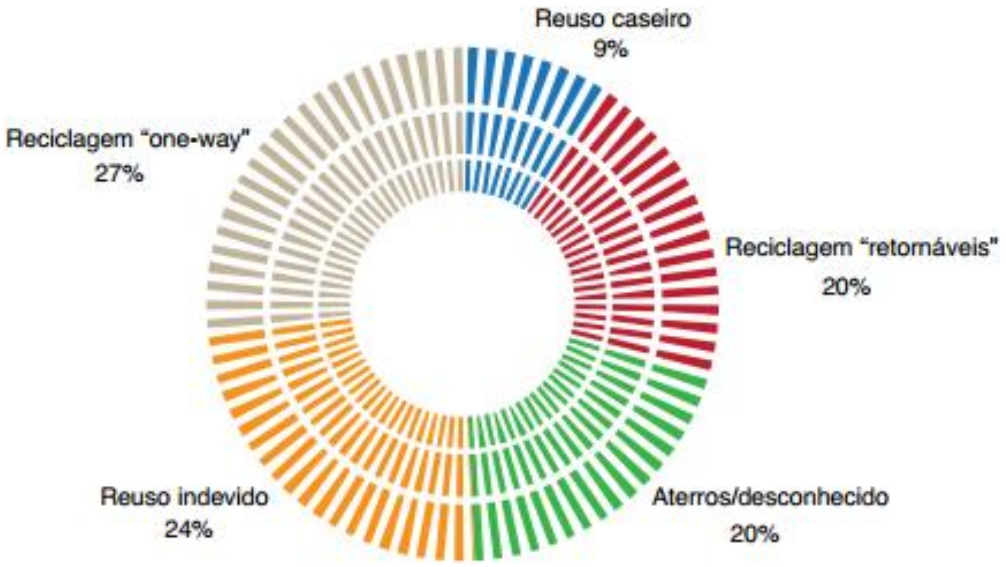

Figura 2.9. Destino das Embalagens de Vidro Pós-Consumo no Brasil em 2007.

Fonte: ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO *apud* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012.

Apenas 27% das embalagens de vidro "*one-way"* são recicladas, com o acréscimo das embalagens retornáveis, o índice sobe para 47% (ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012). Na Figura 2.9 observa-se que 33% das embalagens são reutilizadas, sendo 24% de forma indevida, como embalagens de produtos fabricados informalmente.

Pela Figura 2.10 é perceptível o fato de que a reciclagem de vidros vem aumentando no país.

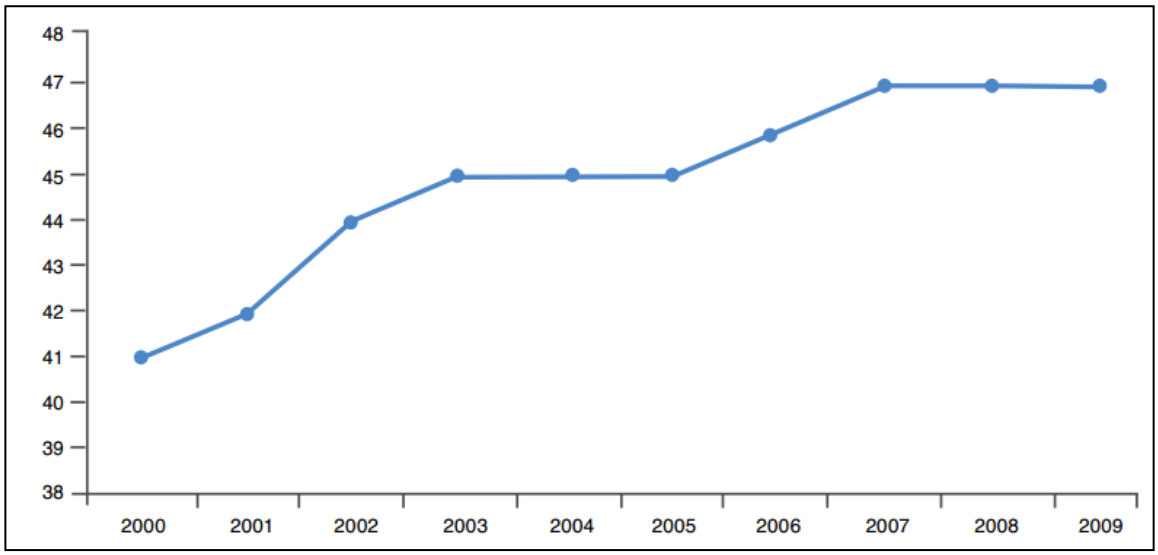

Figura 2.10. Evolução dos Índices de Reciclagem de Vidro no Brasil (%).

Fonte: ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO *apud* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012.

Quando comparado com países mais desenvolvidos, percebe-se que ainda há um longo percurso a ser percorrido no Brasil. Dados da *WasteonLine* de 2009, publicados no livro "Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável no Brasil", mostram que Suíça, Finlândia e Bélgica são as melhores ranqueadas em termos de reciclagem de vidro com 92%, 91% e 88%, respectivamente (PINTO-COELHO, 2009).

2.4.4 Reciclagem do Metal (alumínio)

O alumínio é bastante utilizado, principalmente na indústria de bebidas devido a características, como impermeabilidade, opacidade, resistência à corrosão, além de

possuir uma característica de grande peso para o meio ambiente: é um material infinitamente reciclável. Na natureza, sua degradação pode levar de 100 a 500 anos, enquanto que seu ciclo de reciclagem é de apenas 30 dias (PAULA, PINTO, SOUZA, 2010). Segundo a Associação Brasileira de Alumínio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO, 2013), esse processo emite apenas 5% do gás carbônico emitido na produção do alumínio primário, além de poupar cinco quilos de bauxita para cada quilo de alumínio reciclado.

Em termos industriais, é possível abordar a economia de energia, que traz benefícios sociais e econômicos, pois o processo de reciclagem gasta menos de 5% da energia do processo original, o que equivale a cerca de 700 kWh por ano (PAULA, PINTO, SOUZA, 2010).

Na Figura 2.11 é possível observar o desenvolvimento da reciclagem de latas de alumínio em diferentes localidades do mundo.

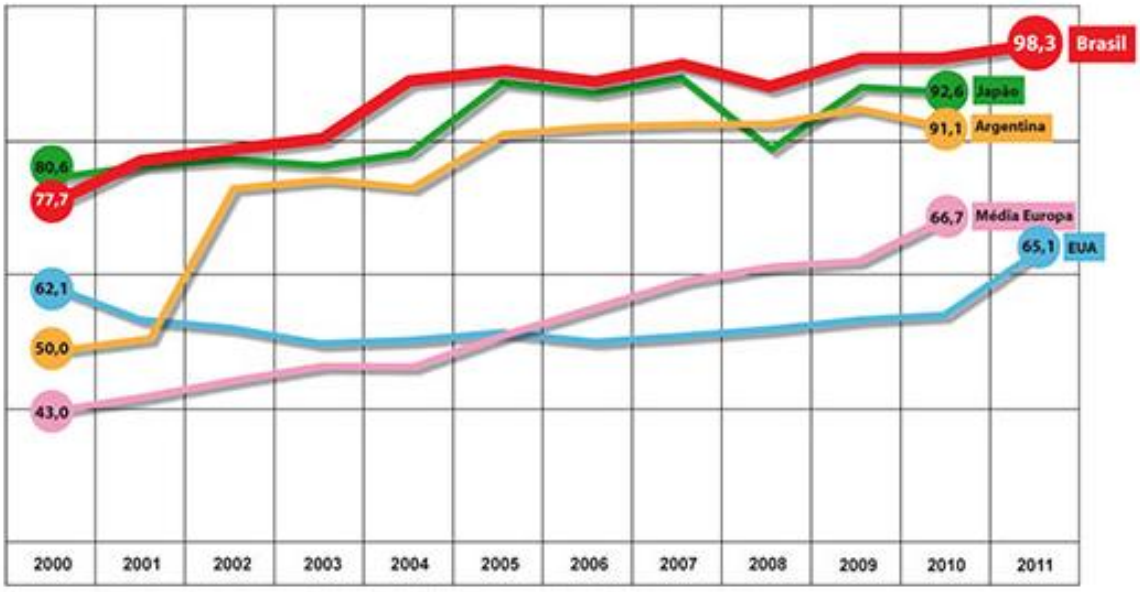

Figura 2.11. Índice de Reciclagem de Latas de Alumínio (%).

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO, 2011.

Em 2011, A Associação Brasileira do Alumínio divulgou que o Brasil recicla 36,4% do alumínio consumido, ou seja, mais que a média mundial de 28,3% (base 2010). Quando se limita o universo às latas de alumínio para envase de bebidas,

tem-se o Brasil na liderança mundial com 98,3% de latas recicladas em 2011, posição esta que o país mantém desde 2001, conforme mostrado na Figura 2.11.

2.5 Tratamento para Resíduos Úmidos – Compostagem

Compostagem é o processo controlado de decomposição dos resíduos orgânicos por meio da ação de micro-organismos, ou seja, é a reciclagem da fração orgânica (restos de alimentos, frutas, vegetais, tecidos, folhas, etc.). A PNRS classifica a compostagem como um processo de destinação final ambientalmente adequada. No Art. 36 fica especificado que:

> No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos [...] implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010)

A fração orgânica é transformada em composto húmico com alto potencial fertilizante para as plantas e para o solo, sem oferecer riscos ao meio ambiente. Diferentemente dos aterros sanitários e lixões, na compostagem há o controle da biodegradação da matéria orgânica. Devido a isso, gases e líquidos (lixiviado) indesejáveis não são formados. Quando produzidos, esses gases e líquidos não possuem teor poluente e não causam mau cheiro. (RUSSO, 2003).

A compostagem é um processo operacionalmente simples, mas por ser desenvolvido por micro-organismos, há a necessidade de se controlar alguns fatores para que características ótimas de degradação, estabilização e humificação da matéria orgânica bruta sejam atingidas e que fatores potencialmente danosos ao meio ambiente sejam evitados. São eles (RUSSO, 2003):

- Temperatura: devido às reações exotérmicas, há geração de calor que fica retido nas leiras. A temperatura deve ser mantida entre 50 e 55ºC nos primeiros dias e entre 55 e 60ºC no restante do período para aumentar a eficiência do processo e eliminar os patógenos, larvas de insetos e sementes de ervas daninhas. Acima de 70ºC a atividade biológica é reduzida. A temperatura deve ser controlada por revolvimentos periódicos, de forma que a camada externa da leira passe a fazer parte

do núcleo, pois temperaturas muitos altas podem retardar a atividade microbiológica. Na Figura 2.12 é apresentada uma representação esquemática do perfil de temperatura de uma leira aeróbica.

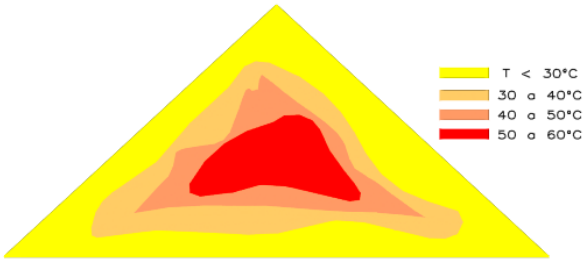

Figura 2.12. Perfil de temperatura de uma leira aeróbica.

Fonte: RUSSO, 2003.

- pH: inicialmente há formação de ácidos fazendo com que o pH fique em torno de 4,5. Posteriormente observa-se o aumento do pH para 8,0. Os micro-organismos do processo realizam o fenômeno da auto-regulação do processo em caso de valores extremos de pH. O valor final deve ficar na faixa de 7,5 a 9,0, tendo uma boa aplicação para a correção para solos ácidos.
- Umidade: deve ficar entre 40 e 60%. A água serve como veículo de nutrientes e via de excreção de metabólitos, abaixo dessa faixa poderá haver inibição da atividade microbiana e acima, o processo anaeróbico poderá ser favorecido.
- Aeração: permite controlar vários outros fatores, como: temperatura, umidade, suprimento de oxigênio e remoção de odores. Uma aeração ruim favorece o crescimento de micro-organismos anaeróbios, a formação de lixiviado e de vetores. Pode ser realizada por revolvimento das leiras ou de forma forçada. De acordo com MacGregor e colaboradores (1981) *apud*. Russo (2003), nos interstícios há cerca de 20% de gás carbônicos e oxigênio, abaixo desse valor ocorre a respiração anaeróbia e a fermentação, que não são características do processo de compostagem, que é essencialmente aeróbio.
- Relação C/N: define a qualidade do composto, pois é um indicador da estabilidade biológica do composto. Essa relação varia de acordo com as

características do material, mas essa gira em torno de 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio. No final do processo essa relação cai para 10/1. Caso a relação esteja alta, deve ser corrigida pela adição de fonte de nitrogênio, como iodo ou fertilizantes. Caso esteja baixa, haverá liberação de nitrogênio na forma de amônia.

- Granulometria: tem influência na oxigenação, umidade e temperatura. Quanto mais finas, mais difícil é a aeração, porém maior será a superfície de contato para a ação microbiológica. Para resíduos orgânicos urbanos a granulometria recomendada é na faixa de 20-50 mm (PEREIRA NETO, 1986 *apud* RUSSO, 2003).

O composto produzido pode ser utilizado em jardins, hortas e na adubação de solos, acrescentando ou repondo a terra os nutrientes de que necessita, o que aumenta a sua capacidade de retenção de água, permite o controle de erosão e previne a utilização de fertilizantes sintéticos. Dependendo da quantidade produzida, pode-se também comercializar o composto, desde que se atente para os padrões de qualidade do mesmo (GUALBERTO FILHO, NÓBREGA, REIS, 1998).

No Brasil, das 228.413 ton/dia de lixo coletado em 2000, 6.549,7 ton/dia (2,87%) tinham por destinação a compostagem (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2000). Observando o município foco do trabalho, Pernambuco, percebe-se que essa realidade é pior, pois apenas 0,61% vai para a compostagem (38,5 ton/dia de 6.281,2 ton/dia coletadas no município).

A compostagem tem um alto peso na redução dos resíduos que são encaminhados para os aterros, pois 51,4% do lixo produzido no Brasil são compostos de matéria orgânica (vide Tabela 2.1). Há também ganhos econômicos no que concerne ao transporte (caso a compostagem seja realizada em local próximo aos geradores), disposição final (aumento da vida útil dos aterros sanitários) e tratamento de lixiviado (GODOY, 2013).

Dessa forma, pode-se perceber que há diversas vantagens em se utilizar a compostagem, como:

- Redução da quantidade de lixo nos depósitos;
- Revalorização e aproveitamento agrícola da matéria orgânica;

- Produção de fertilizantes orgânicos que não contaminam as águas subterrâneas ou superficiais (como é o caso dos fertilizantes minerais);
- Reciclagem de nutrientes para o solo;
- Auxilia na agregação do solo melhorando a sua estrutura (reduz a erosão);
- Melhora a drenagem nos solos argilosos;
- Melhora a retenção da água nos solos arenosos;
- Processo ambientalmente seguro;
- Economia de tratamento de efluentes;
- Evita a poluição e contaminação ambiental;
- Atenua problemas sanitários e de saúde pública;
- Boa relação custo/benefício (considerando-se os ganhos ambientais resultantes, é um tratamento menos caro que os outros) (RUSSO, 2003 e GODOY, 2013).

2.5.1 Fases da Compostagem

Como dito anteriormente, a compostagem é um processo biológico de transformação da matéria orgânica. Os resíduos que podem ser utilizados nesse processo são: restos agrícolas, esterco de animais, fração orgânica de resíduos urbanos, resíduos agro-industriais e lodos gerados em estações de tratamento de efluentes.

A compostagem pode ser dividida em quatro fases que estão representadas graficamente pela Figura 2.13:

Fase I: Fase inicial – tem duração de 12 a 24 horas. É o início da decomposição da matéria orgânica, em que há rápido aquecimento, desprendimento de calor e vapor d’água e formação de toxinas de curta duração. Há queda do pH devido à quebra das moléculas e formação de ácidos. Não há controle de temperatura.

Fase II: Fase de bioestabilização – pode durar de 45, 70 ou 90 dias dependendo dos fatores ambientais, do balanço de nutrientes, da natureza dos resíduos e da natureza da população microbiana. É uma fase essencialmente termofílica (65°C), o

que acarreta na eliminação de micro-organismos patogênicos. Ocorrem reações bioquímicas de degradação (oxidação) e obtém-se a mineralização dos compostos orgânicos mais solúveis e de baixa relação C/N. Temperatura sob controle. O reviramento deve ocorrer a cada 3 (três) dias durante os 30 (trinta) dias iniciais e 1 (uma) vez por semana até o término dessa fase (salvo registro de temperaturas altas).

Fase III: Fase de resfriamento – dura de 2 a 5 dias. Tanto nessa quanto na próxima fase não há grande redução de matéria orgânica, o que ocorre é a transformação dessa matéria.

Fase IV: Fase de maturação – dura de 30 a 60 dias. Fase em que ocorre a humificação, que é a formação dos ácidos húmicos, e a mineralização dos resíduos. Adequação do composto. Não é necessário reviramento (CARVALHO, 2011 e FUNDAÇÃO DEMÓCRITO ROCHA, 2013).

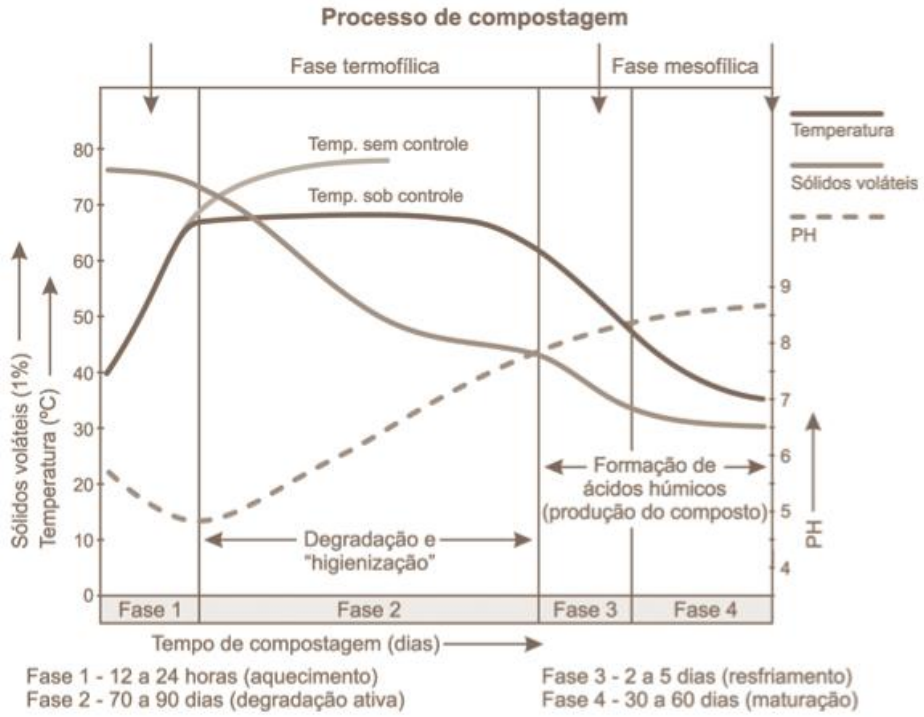

Figura 2.13. Fases da compostagem.

Fonte: PEREIRA NETO, 1996 *apud* FUNDAÇÃO DEMÓCRITO ROCHA, 2013.

Cada leira pode ter de até 1,8 metros de altura (acima disso o material tende a se compactar, o que dificulta a circulação de ar), havendo espaço entre elas para

circulação e para manobra (etapas de transporte e reviramento). Normalmente o padrão utilizado é 1 metro de altura por 1 metro de base (FUNDAÇÃO DEMÓCRITO ROCHA, 2013). Durante a fase de maturação, deverá haver monitoramento dos fatores citados no item 2.5., principalmente a temperatura.

As leiras formadas podem ser de revolvimento mecânico ou estáticas. As vantagens das leiras estáticas é que, por promoverem a aeração forçada e não requerem revolvimento, a decomposição do material é mais rápida e possui menores custos operacionais (CORTEZ *et. al.*, 2008).

A Tabela 2.5 apresenta os parâmetros de controle estabelecidos para o composto orgânico conforme Legislação Brasileira:

Tabela 2.5. Valores estabelecidos de controle para composto orgânico

Parâmetro	Valor
Carbono Orgânico	Mínimo de 15%
Nitrogênio total	Mínimo de 0,5%
Umidade	Máximo de 50%
Relação C/N	Máximo de 20/1
pH	Mínimo de 6

Fonte: BRASIL, 2009.

É importante respeitar os tempos de maturação do composto e seguir os parâmetros de qualidade a fim de se obter um composto rico com total desempenho da sua função: melhoria da fertilidade do solo, redução da adubação mineral, nutrição da planta, fonte de nutrientes a micro-organismos. Um composto não maturado se torna fitotóxico, causando prejuízo à produção e ao desenvolvimento de culturas (PRIMO *et. al.*, 2010).

2.6 Central de Separação de Recicláveis (CSR)

As Centrais de Separação de Recicláveis são também conhecidas como Usinas de Triagem. Estas unidades recebem os materiais recicláveis dos pontos de coleta seletiva e de entrega voluntária, onde é realizada a separação manual ou mecânica desses materiais. A estrutura consiste em mesas ou esteiras, como mostrado na Figura 2.6, que são utilizadas para a catação/separação dos materiais, baias para o armazenamento destes e uma prensa para formar fardos, que posteriormente serão comercializados e encaminhados para a reciclagem.

Esse trabalho é realizado por uma cooperativa que visa à geração de emprego e renda para os catadores de rua. Os cooperados realizam a triagem dos materiais de acordo com a qualidade, por exemplo: os plásticos PET são separados dos outros plásticos, vidros coloridos são separados dos vidros incolores, entre outros. A receita obtida com a venda dos materiais é dividida entre os cooperados (PAULA, PINTO, SOUZA, 2013).

Juntamente com essas centrais, pode haver também uma unidade de compostagem, que é onde ocorre o processamento da fração orgânica dos resíduos, como explicado no tópico anterior.

Essa integração pode ser vista no programa Recursos Urbanos - Redução, Reutilização e Reciclagem realizado em Sidney em 2010 por meio de uma parceria público-privada. Na unidade é realizada a separação e a limpeza da parte orgânica dos resíduos domésticos, a triagem dos resíduos sólidos e compostagem. O resultado é uma redução de 210 mil toneladas de gás carbônico emitidas por ano, redução de 70% de despejo de resíduos em aterros sanitários e produção de 40 mil toneladas de fertilizantes por ano que são vendidas a cerca de US$20 a tonelada (PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013).

Outro exemplo bem sucedido é o de uma cidade na Suécia, chamada Borás, onde 99% do lixo produzido é reaproveitado. Sendo assim, apenas 1% vai para o aterro. Outrossim, os moradores também são beneficiados com redução de 50% da conta de energia elétrica e de 20% do transporte público, pois o lixo é transformado em energia. A população recebe sacos de lixo diferenciados por cor, fazendo com que a separação dos materiais já ocorra na fonte geradora. Os resíduos orgânicos

são transformados em biogás e os inflamáveis são utilizados nas caldeiras termoelétricas para produzir energia (MACHADO, 2012).

No Brasil também há exemplos de sucesso. Em Curitiba, a coleta seletiva é realizada em praticamente toda a cidade e ocorre de três formas: pela frota de caminhões verdes da prefeitura; pelos coletores de material reciclável da Recopere (Cooperativa dos Coletores de Material Reciclável) e pela Coleta Especial de Resíduos, que é realizada para resíduos perigosos, como pilhas, lâmpadas, produtos químicos e embalagens de remédios. Além disso, há também a Usina de Valorização de Rejeitos, que faz a triagem dos resíduos e encaminha para o reaproveitamento nos seus respectivos setores e aulas de educação ambiental são ministradas nas escolas. A Usina também recebe visitantes que são esclarecidos acerca de quaisquer dúvidas pela educadora ambiental responsável (CURITIBA, 2010).

Na Tabela 2.6 temos listados os estabelecimentos que recebem materiais recicláveis em todo o estado de Pernambuco, que é o município foco de estudo.

Tabela 2.6. Receptores de Materiais Recicláveis em Pernambuco

Razão Social	Material	Bairro	Cidade	UF
Caraúbas Pneus Ltda	Pneus	Matinha	Abreu e Lima	PE
J. Timé Vendas e Compras de Pneus Usados e Renovados	Pneus	Imbiribeira	Recife	PE
José Pinto e Cia Ltda	Tambores e Bombonas	Peixinho	Recife	PE
Norte Guincho e Ferro Velho	Materiais ferrosos, alumínio e outros metais	Casa Amarela	Recife	PE
Só Sucatas	Plásticos, materiais ferrosos, alumínio e outros metais	Zumbi	Recife	PE
Grupo Gerdau	Sucata metálica ferrosa (latas de aço)	Distrito Industrial de Curado	Recife	PE
KLABIN SA	Papel		Ponsa Goiana	PE
Ondunorte Cia de Papel e Papelão Ondulado do Norte	Papel e papelão	Centro	Igarassu	PE
Frompet	PET	Prazeres	Jaboatão dos Guararapes	PE
CERALPA	Plástico, metal, papel, bateria, vidro	Barra	Afogados da Ingazeira	PE
Reciclapet	Plástico, metal, papel, vidro, longa vida	Centro	Palmares	PE
ASPROMA	Plástico, papel, vidro, longa vida	Kennedy	Caruaru	PE
RECICOOP – Gravatá	Papel, vidro, plástico e metal	Arruamento Jardim Jura	Gravatá	PE
Esperança na Reciclagem	PET, plástico rígido, plástico filme e vidro	Casa Caiada	Olinda	PE

Fonte: RECICLOTECA, 2013a.

É importante salientar a importância de se realizar a coleta seletiva de forma adequada para o melhor aproveitamento dos resíduos. A presença de metais pesados, materiais inertes e o processamento dos resíduos domésticos sem a realização de coleta seletiva acarretam severos danos ao processo. Muitas usinas em países desenvolvidos, como Alemanha, França, Itália, dentre outros foram fechadas devido à má qualidade do composto produzido e do material utilizado para reciclagem (IACONO, 2007).

3 MATERIAIS E METODOLOGIA

3.1 Descrição do cenário de estudo: Aldeia Fulni-ô

Localizada no Agreste Meridional, Águas Belas é um município com 40.235 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010), localizado a 310 quilômetros da capital Recife e encontra-se dentro do território indígena Fulni-ô que possui 4.336 indígenas (Funasa, 2010).

Mais de 68% da população indígena vive com esgoto a céu aberto e cerca de 60% não conta com uma coleta de lixo regular, ocasionando o acúmulo de resíduos nos logradouros (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Devido a isso, frequentemente é visto nas vias públicas lixo depositado em locais impróprios, além de outros problemas que se configuram em impactos negativos para a população.

A Prefeitura é a única executora do manejo de resíduos sólidos e o município conta somente com um catador. Não há instrumento legal regulador, seja plano diretor de esgotamento sanitário, de desenvolvimento urbano, de recursos hídricos ou integrado de saneamento básico. Além disso, não há serviço de coleta seletiva (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

A aldeia conta com uma área de 11.505 hectares dividida em 427 lotes individuais. O perímetro foi registrado pela FUNAI e está em uma proposta de terra que ainda não está formalizada, pois houve uma interrupção nos estudos de identificação, que foram retomados em 2004 e terão como conclusão o levantamento fundiário das terras (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, 2004).

Os índios vivem da agricultura, do artesanato de adereços e da produção de vassouras, espanadores, cestas e esteiras de palha. Também fazem apresentações artísticas em algumas cidades de Pernambuco e de outros estados (QUIRINO, 2006).

3.2 Etapas da coleta de dados

O desenvolvimento desse trabalho consistiu no levantamento de dados qualitativos e quantitativos, ou seja, os tipos de materiais e suas respectivas quantidades, sobre os resíduos gerados na aldeia Fulni-ô a partir de visitas técnicas realizadas em janeiro de 2013 e em março de 2014. A primeira foi feita num período de 5 (cinco) dias e a segunda visita teve duração de 2 (dois) dias.

Estes dados foram utilizados no cálculo da composição gravimétrica, que é o percentual de cada componente do lixo, comparado com o peso total do resíduo sólido gerado.

A coleta dos dados relativos ao manejo de resíduos utilizados para a determinação da composição gravimétrica seguiu o procedimento descrito a seguir:

A - Entrega de sacos de cores diferentes aos alunos voluntários da escola da comunidade indígena. Os alunos eram instruídos a separar todo o lixo gerado em suas residências durante um período de dois dias (primeira visita técnica) e por período de um dia (segunda visita técnica), em material orgânico (basicamente restos de comida), e material seco (papel, papelão, plástico, vidro e metal).

B - Após os respectivos períodos, foram feitas visitas às residências dos alunos para a coleta dos resíduos. Os resíduos foram separados em: matéria orgânica, plástico, papelão, metal, papel, vidro e outros. Os resíduos então foram pesados e os dados tabelados. Dessa forma, foi calculada a geração *per capita* da aldeia e a composição gravimétrica dos RSU.

C - No momento da pesagem, as famílias eram questionadas quanto ao destino da matéria orgânica, visto que foi constatado logo no início da visita que muitas famílias utilizavam os restos de comida como ração animal.

3.3 Materiais

Os materiais utilizados para o levantamento das características físicas dos resíduos sólidos gerados foram:

- Sacos plásticos reforçados de polietileno de alta densidade com dimensão de 50 litros para o armazenamento dos resíduos.
- Lona plastificada de polietileno de alta e baixa densidade com espessura de aproximadamente 200 micras, com de dimensão 2 metros de comprimento por 2 metros de largura, que foi utilizada para receber e separar os resíduos.
- Balança digital manual da marca WeiHeng com precisão de 10g até 50 kg.
- Luvas plásticas reforçadas produzidas em látex.
- Óculos de segurança com lentes de policarbonato, resistente e transparente.
- Máscara descartável atóxica de polipropileno com tiras de elásticos simples com clips nasal.

3.4 Análise de dados

De acordo com os dados coletados em cada uma das 15 famílias, foi calculada a geração *per capita*, que constitui na divisão da quantidade de resíduos pelo número de pessoas.

Os dados da quantidade de resíduos por unidade de tempo obtidos na visita de janeiro de 2013 foram somados com os dados de março de 2014 e divididos por 2, a fim de se obter uma média de resíduos gerados.

Essa média foi utilizada para calcular o valor que será obtido com a venda dos materiais recicláveis e quantidade de resíduos que deixará de ser destinado inadequadamente.

Além disso, foi proposta a instalação de uma usina de triagem e para isso foi realizada a análise da viabilidade econômica pelo levantamento de todo o material necessário para a instalação (investimento) e de todo o custo gerado pelo seu funcionamento.

Os dados de investimento deram-se pela solicitação de orçamentos dos equipamentos aos fabricantes. Os custos foram levantados por meio das

informações das quantidades necessárias de produtos e utensílios de limpeza, de consumo de água e energia, do valor correspondente à reposição dos equipamentos de proteção individual, orçamento da pintura e desinsetização necessárias para a manutenção da usina e troca periódica dos extintores de incêndio.

Diante disso, foi calculado o lucro que a aldeia obteria com a comercialização dos materiais recicláveis, por meio da subtração do valor da receita gerada pelos custos. Para isso considerou-se dois cenários: 100% e 50% de aproveitamento dos materiais reciclados.

Para o cenário de 50% de recolhimento dos materiais recicláveis foi necessário um novo cálculo de custos, tendo em vista que alguns destes são variáveis, como: detergente, desinfetante, água, energia e reposição dos EPI's. Dessa forma, como a usina trabalharia com metade da capacidade, haveria menor custo atrelado a esses itens.

As propostas para a correta destinação dos materiais (tanto a coleta seletiva quanto a compostagem) foram feitas de acordo com o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

3.5 Material de apoio

A participação de todos os habitantes da aldeia é essencial e por isso sugeriu-se a realização da educação ambiental continuada. Foram abordadas formas de incentivo para que haja a conscientização da aldeia. Também foi confeccionado um material de apoio com informações acerca da coleta seletiva e da reciclagem para auxilio da população.

Em se tratando de compostagem, um manual foi disposto no Apêndice A, com instruções para a sua correta realização (ARAÚJO JÚNIOR, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio de pesquisa de campo, foram coletados dados acerca da composição dos resíduos sólidos produzidos pela aldeia. Da análise dessas informações foram feitas propostas para a correta destinação dos resíduos, embasadas pelos investimentos e custos necessários para a completude da proposta. Também se aborda como pode ser realizado o trabalho de conscientização da população para que haja adesão ao novo processo.

4.1 Resíduos Sólidos Urbanos

Considerando o objetivo do trabalho e a metodologia aplicada, seguem apresentados dados e informações obtidos na pesquisa realizada por meio de entrevistas técnicas. Os resíduos foram coletados conforme descrito no item 3.

Esse trabalho teve início a partir da monografia de Bardano (2013), no qual foi realizada a primeira visita técnica com a data de janeiro de 2013. Nesta, 102 pessoas de diferentes famílias foram entrevistadas e tiveram seus resíduos coletados. Pela pesagem, constatou-se 11,3 kg/dia de resíduos úmidos e 5,2 kg/dia de resíduos secos, fornecendo uma geração *per capita* de 0,16 kg/hab.dia. Na Figura 4.1 é apresentada a distribuição dos diferentes tipos de materiais.

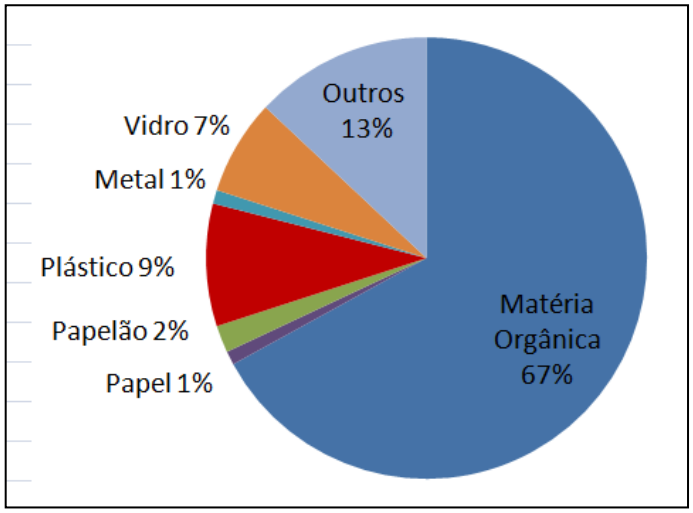

Figura 4.1. Composição Gravimétrica dos RSU gerados na aldeia indígena Fulni-ô em janeiro de 2013.

Fonte: BARDANO, 2013.

Considerando a população indígena de 4.336 habitantes e utilizando os dados da Figura 4.1 foram calculados os números apresentados na Tabela 4.1 para a produção de lixo pela população da Aldeia Fulni-ô em janeiro de 2013.

Tabela 4.1. Quantidade de Lixo Gerado por Unidade de Tempo na Aldeia Fulni-ô em janeiro de 2013

Resíduo	%	kg/dia	kg/mês	kg/ano
Mat. Org.	67%	470	14.098	171.530
Papel	1%	7	210	2.560
Papelão	2%	14	421	5.120
Plástico	9%	63	1.894	23.041
Metal	1%	7	210	2.560
Vidro	7%	49	1.473	17.921
Outros	13%	91	2.736	33.282
TOTAL	**100%**	**701**	**21.042**	**256.015**

A segunda visita técnica foi realizada em março de 2014. Nesta, 77 pessoas de 15 famílias diferentes foram entrevistadas e tiveram seus resíduos coletados. Pela pesagem, constatou-se 12,7 kg/dia de resíduos úmidos e 6,3 kg/dia de resíduos secos, fornecendo uma geração *per capita* de 0,25 kg/hab.dia. Na Tabela 4.2 encontra-se todos os dados estratificados.

Tabela 4.2. Dados coletados das famílias indígenas em março de 2013

Casa	Número de Habitantes	Mat.Orgânica (g/dia)	Mat. Orgânica (kg/hab.dia)	Mat. Seca (g/dia)	Mat. Seca (kg/hab.dia)	Vidro (g/dia)	Papel (g/dia)	Papelão (g/dia)	Plástico (g/dia)	Metal (g/dia)	Outros (g/dia)
1	3	440	0,15	272	0,09	80	20	0	89	0	83
2	4	690	0,17	450	0,11	70	50	40	80	90	120
3	5	750	0,15	320	0,06	60	40	0	90	50	80
4	5	1.050	0,21	460	0,09	110	90	0	120	80	60
5	6	1.260	0,21	430	0,07	90	60	30	70	0	180
6	5	980	0,20	590	0,12	70	50	0	190	60	220
7	4	320	0,08	220	0,06	50	30	0	50	0	90
8	5	930	0,19	540	0,11	90	90	80	140	0	140
9	4	470	0,12	410	0,10	80	60	0	130	70	70
10	5	880	0,18	380	0,08	30	30	50	140	40	90
11	5	760	0,15	380	0,08	50	50	0	80	60	140
12	7	950	0,14	330	0,05	90	20	30	70	40	80
13	5	1.030	0,21	540	0,11	80	50	40	160	80	130
14	7	1.350	0,19	530	0,08	80	70	0	140	30	210
15	7	810	0,12	410	0,06	50	70	0	90	50	150
TOTAL	77	12.670	0,16	6.262	0,08	1.080	780	270	1.639	650	1.843
Média			0,16		0,08						
Desvio Padrão			0,04		0,02						

Por meio dos dados apresentados na Tabela 4.2 foi construída a Tabela 4.3 que possui a composição gravimétrica dos resíduos coletados e as quantidades por unidade de tempo.

Tabela 4.3. Quantidade de Lixo Gerado por Unidade de Tempo na Aldeia Fulni-ô em março de 2014

Resíduo	%	kg/dia	kg/mês	kg/ano
Mat. Org.	67%	713	21.404	260.416
Papel	4%	44	1.318	16.032
Papelão	1%	15	456	5.550
Plástico	9%	92	2.769	33.688
Metal	3%	37	1.098	13.360
Vidro	6%	61	1.824	22.198
Outros	10%	104	3.113	37.881
TOTAL	**100%**	**1.066**	**31.983**	**389.124**

Analisando-se os dados coletados em 2013 com os de 2014, percebe-se um aumento na quantidade de resíduos gerados, tendência esta já constatada no Brasil.

Para se obter um resultado unificado para a análise da situação da aldeia e a fim de se realizar o levantamento financeiro desses resíduos, foi calculada a média com os resultados de ambas as visitas. Dessa forma tem-se 12,0 kg/dia de resíduos úmidos e 5,7 kg/dia de resíduos secos, fornecendo uma geração *per capita* de 0,20 kg/hab.dia. A composição gravimétrica com as quantidades médias de cada material por unidade de tempo está apresentada na Tabela 4.4.

Tabela 4.4. Quantidade média de Lixo Gerado por Unidade de Tempo na Aldeia Fulni-ô

Resíduo	%	kg/dia	kg/mês	kg/ano
Mat. Org.	67%	591,7	17.751,2	215.973,2
Papel	3%	25,5	764,1	9.296,0
Papelão	2%	14,6	438,5	5.334,9
Plástico	9%	77,7	2.331,3	28.364,5
Metal	2%	21,8	654,3	7.960,1
Vidro	6%	55,0	1.648,7	20.059,6
Outros	11%	97,5	2.924,5	35.581,3
TOTAL	**100%**	**883,8**	**26.512,6**	**322.569,6**

As Figura 4.2 eFigura **4.3** foram construídas com os dados, respectivamente, de matéria orgânica e seca coletados das 15 famílias voluntárias da aldeia na visita de 2014. Percebe-se que a quantidade de matéria orgânica gerada é o dobro da quantidade de matéria seca (média de 0,16 contra 0,8 kg/habitante.dia), seguindo o mesmo cenário da população brasileira, mostrado na Tabela 2.1. Comparando-se a média dos anos de 2013 e 2014, pode-se perceber o aumento da quantidade de resíduos produzidos pela aldeia, que era de 0,11 e passou para 0,16 kg/habitante.dia de resíduos orgânicos e com relação aos resíduos secos passou de 0,05 para 0,08.

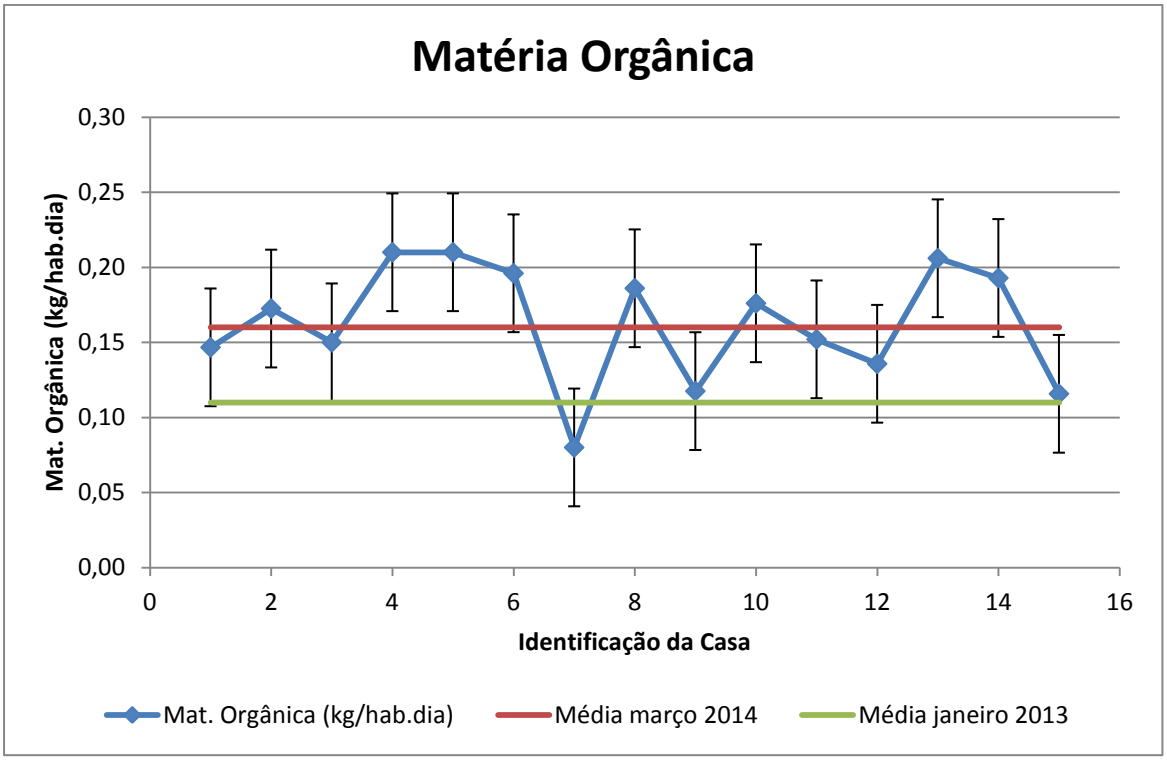

Figura 4.2. Dados de matéria orgânica coletados das famílias indígenas.

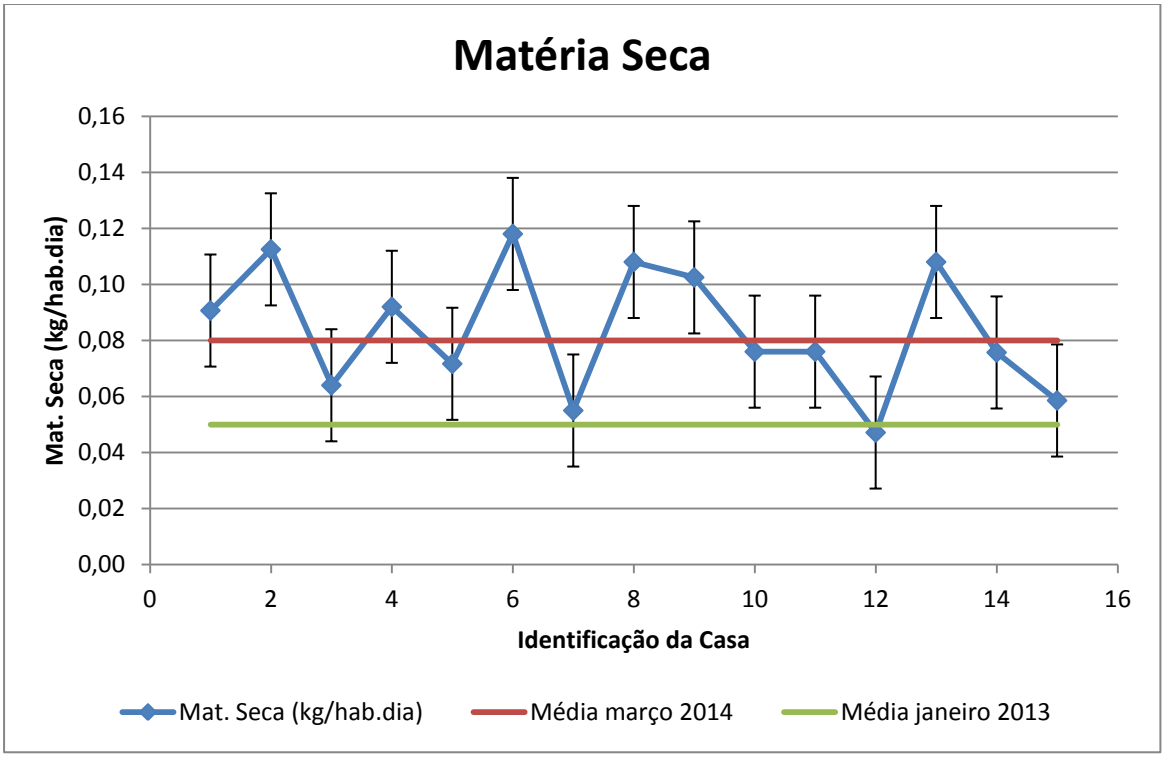

Figura 4.3. Dados de matéria seca coletados das famílias indígenas.

O desvio padrão foi calculado através das quantidades em quilo de resíduos orgânicos e secos gerados por habitante por dia, resultando em um valor de 0,04 para o primeiro e 0,02 para o segundo.

Comparando com a média *per capita* brasileira de geração de resíduos em 2012, que é de 1 (um) quilograma por habitante por dia (383kg/hab.ano) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2012), pode-se perceber que a geração da aldeia é bastante inferior. Observando a geração do estado de Pernambuco tem-se o disposto na Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Geração de resíduos por região no Estado de Pernambuco

Região de Desenvolvimento	Quantidade de resíduos gerados (ton/dia)	Percentual da geração de resíduos no Estado	Geração *per capita* média (kg/hab.dia)
Região Metropolitana do Recife	4.136	53%	1,2
Agreste Central	652	8%	1,0
Agreste Meridional	464	6%	1,5
Zona da Mata Norte	505	6%	1,3
Pajeú/Moxotó	452	6%	1,5
Zona da Mata Sul	647	8%	1,4
São Francisco	256	3%	1,2
Agreste Setentrional	360	5%	1,4
Araripe	211	3%	1,1
Sertão Central	69	1%	0,8
Itaparica	50	1%	0,8
Total de Pernambuco	**7.803**	**100%**	**1,2**
Média de Pernambuco	**709**		**1,2**

Fonte: Adaptado de JUCÁ, 2002.

A realidade de Pernambuco não difere consideravelmente da realidade brasileira. Destacando-se o Agreste Meridional – região onde se situa a Aldeia, como mencionado anteriormente – pode-se perceber uma geração quase 8 (oito)

vezes maior do que a geração da Aldeia. Deve-se ressaltar o curto tempo de avaliação e permanência na Aldeia Fulni-ô.

Analisando a Tabela 4.4 constata-se que a maior parte dos resíduos é orgânico, oriunda da alimentação dos indígenas. Por meio de entrevistas com os índios, constatou-se que 89% destes resíduos são utilizados na alimentação dos animais domésticos. Devido a isso, nos quintais há grande quantidade de lixo e, consequentemente, há muitas moscas e outros animais.

Apesar de a população não se mostrar importunada com a constante presença dos animais, estes constituem vetores, atraídos pela disposição indevida dos resíduos, carreadores de doenças, o que caracteriza um problema de saúde pública.

A Prefeitura do município de Águas Belas realiza a coleta de resíduos não orgânicos, porém o caminhão não cobre toda a aldeia, causando acúmulo de lixo em vários pontos da mesma (

Figura 4.4). Os resíduos recolhidos pelo caminhão, apesar de serem retirados da aldeia, não recebem tratamento adequado, pois são despejados em um vazadouro a céu aberto na periferia do município (Figura 4.5), onde pode ser observada a combustão espontânea dos materiais dispostos.

Figura 4.4. Lixo disposto sem nenhuma preocupação e tratamento dentro de uma escola municipal localizada na aldeia.

Fonte: BARDANO, 2013.

Figura 4.5. Vazadouro a céu aberto localizado na periferia do município.

Fonte: BARDANO, 2013.

Uma particularidade dessa aldeia é a realização de um ritual sagrado e secreto durante os meses de setembro, outubro e novembro, chamado Ouricuri. Nesse ritual há o isolamento dos indígenas em uma área reclusa (cerca de 6 km da aldeia), sem qualquer tipo de saneamento e é estritamente proibido o acesso de outros. Esse fato dificulta ainda mais a coleta, que faz com que essa área se torne um grande depósito de lixo (Figura 4.6).

Figura 4.6. Área próxima ao local onde é realizado o ritual Ouricuri.

Fonte: BARDANO, 2013.

Diante desse cenário, a ideia de propor a realização da coleta seletiva para os resíduos secos por meio de catadores pode ser uma alternativa que, além da melhoria ambiental, apresenta a inclusão social, indo ao encontro com a Politica Nacional de Resíduos Sólidos. A melhor opção seria a criação de uma cooperativa, ou melhor, a retomada da cooperativa que já existiu e que é uma iniciativa fortemente incentivada pela PNRS, podendo utilizar o poder público como fonte de financiamento.

Durante a visita técnica foi constatada uma área sem uso, onde poderia ser instalada uma Usina de Triagem, pois há um intermediário que compra os resíduos (papelão, plástico, metais, etc.) da aldeia e isso seria mais uma fonte de renda para eles. Com essa medida, 22% do lixo seria reciclado, ou seja, quase 195 kg de lixo (Tabela 4.4) deixariam de ser levados para o lixão diariamente e receberiam o tratamento adequado.

Com relação aos resíduos orgânicos, propõe-se a realização de compostagem caseira, já que a maior parte desses resíduos tem por destino a ração animal e o restante permanece disposto nos quintais (foco de vetores). Dessa forma 67% dos resíduos seriam tratados adequadamente, deixando de ser levados para os lixões ou ficar expostos pela aldeia, o que equivale a aproximadamente 590 kg de lixo por dia (Tabela 4.4). É pertinente salientar a importância da educação ambiental continuada, que será tratada com mais detalhes no tópico 4.4.

4.2 Proposta de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Nesse tópico será abordado o tratamento dos resíduos secos e úmidos como opção para a correta destinação dos resíduos pela população de Fulni-ô. Em Pernambuco há apenas 3 (três) Unidades de Compostagem – uma em Itapissuma, outra em Olinda e a terceira em Rio Formoso – e 4 (quatro) de Triagem – duas em Olinda, uma em Recife e outra em Rio Formoso. Todas estão situadas a longas distâncias da aldeia e nenhuma recebe resíduos de outros municípios (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO 2011). Devido a isso, uma das propostas é que a aldeia tenha sua própria unidade de triagem e realize a compostagem em suas residências.

4.2.1 Resíduos Secos

Para o recolhimento dos resíduos secos propõe-se duas opções:

1) O resíduo poderá coletado porta a porta, ou seja, nas residências. Esse trabalho deverá ser feito pelos catadores que irão trabalhar na Usina de Triagem e deverá ser estabelecido um dia e horário da semana para a realização da coleta. O procedimento a ser seguido para a separação dos materiais pelas famílias está disposto no Anexo A (JARDIM, 2010).
2) Os moradores levarão os resíduos secos para a usina ou para um dos eco-pontos previamente estabelecidos na aldeia (poderão haver 2 ou 3, incluindo um na própria Usina de Triagem e outros próximo à área de realização do Ritual Ouricuri). Pode-se estabelecer uma bonificação para os contribuintes de acordo com a quantidade depositada no eco-ponto.

Quanto às instalações da usina de triagem, estas podem ser agrupadas em seis setores: recepção, usina de triagem, pré-beneficiamento, prensagem, área de espera/expedição e outras instalações. Um ponto importante a ser considerado ao projetar a usina é que “quanto menor for a eficiência de separação, maior a quantidade de “rejeitos” gerados, pois estará incluída nesta categoria um percentual elevado de materiais recicláveis que não foram segregados” (VILHENA, 1999).

Na Figura 4.7 está apresentado o fluxograma do processo a ser realizado na usina de triagem de resíduos sólidos secos. Cada etapa será abordada com maior clareza nos tópicos a seguir.

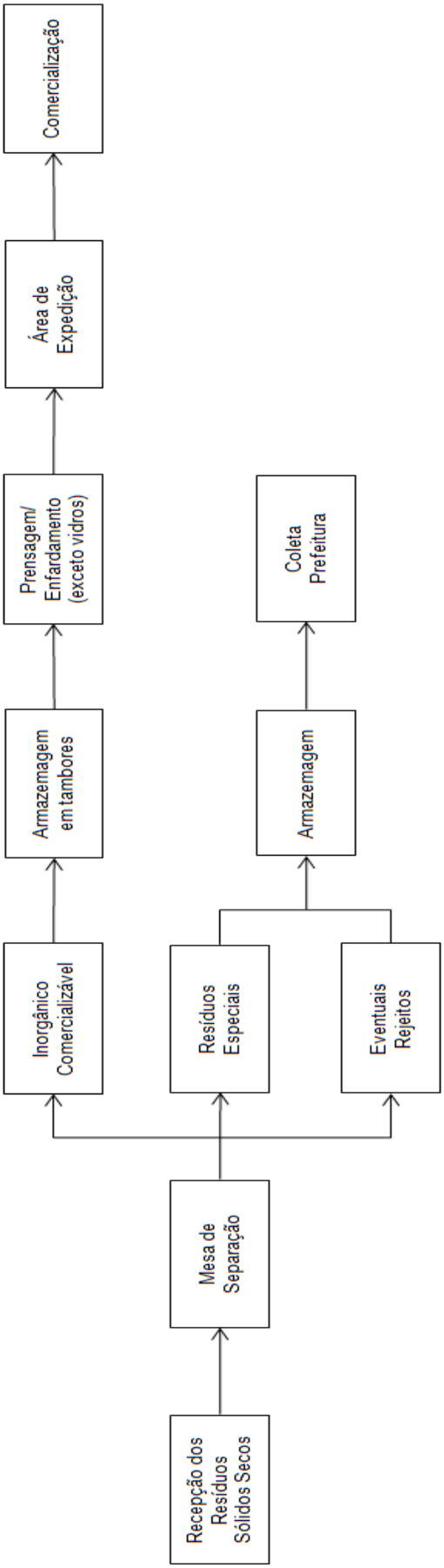

Figura 4.7. Fluxograma do processo de triagem.

4.2.1.1 Recepção dos Resíduos

O local onde será realizada a recepção dos resíduos (somente lixo doméstico e comercial seco) deve ter piso concretado e cobertura.

De acordo com a Tabela 4.4, somando-se os resíduos seco, tem-se uma geração de 195 kg/dia, o que corresponde a 1.365 kg de resíduos gerados semanalmente. Sendo assim, sugere-se a usina tenha capacidade para 1 (uma) tonelada de resíduos, que é a capacidade de geração da aldeia em 1 (uma) semana.

Deve haver uma abertura desse local para as esteiras de separação. É interessante que haja a pesagem dos materiais que chegam à Usina por meio de balança, a fim de ter um controle e realizar um inventário mensal dos resíduos.

Os resíduos que eventualmente não tenham sido processados no dia deverão ser cobertos com lona e a entrada de animais domésticos não deve ser permitida na área.

4.2.1.2 Triagem

Após a recepção, os resíduos são colocados em esteiras que devem ter no máximo 1 (um) metro de largura e operar com velocidade entre 6 e 12 metros por minuto e seus motores deverão ser a prova de água e pó (JUNKES, 2002). Se o volume de resíduos a ser separado for pequeno, pode-se utilizar apenas uma mesa de separação.

É imprescindível que os funcionários façam uso de equipamentos de proteção individual (EPI´s), como respirador individual, luvas, botas e aventais. Na

Tabela 4.6 tem-se os EPI's indicados nas diferentes etapas do processo de triagem.

Tabela 4.6. Lista de EPIs indicados para os catadores no Processo de Triagem

EPI	Indicação	Etapa(s) do Processo
Óculos de Segurança de Policarbonato	Proteção dos olhos do usuário contra impactos de partículas volantes frontais.	Triagem e Prensagem
Máscara descartável em manta múltipla	Proteção das vias respiratórias do usuário contra partículas tóxicas.	Coleta, triagem, prensagem
Protetor auditivo tipo inserção no canal auditivo em borracha de silicone	Proteção auditiva do usuário contra ruídos superiores a 85 db.	Triagem e Prensagem
Luva de segurança confeccionada em raspa	Proteção das mãos do usuário contra agentes abrasivos e escoriantes.	Coleta, triagem, prensagem, pesagem e estocagem
Avental de segurança confeccionado em raspa	Proteção do tronco do usuário contra agentes mecânicos (abrasivos e escoriantes).	Coleta, triagem, prensagem, pesagem e estocagem
Bota de PVC com biqueira de aço	Proteção dos pés do usuário em locais onde haja risco de queda de materiais e/ou objetos pesados sobre os artelhos, em áreas de riscos quanto a objetos pontiagudos e cortantes e nos trabalhos em lugares úmidos e lamacentos.	Coleta, triagem, prensagem, pesagem e estocagem
Capa impermeável com manga	Proteção do usuário contra intempéries.	Coleta

Fonte: Adaptado de BARBOSA, SALLIBI, 2012.

Os profissionais separadores devem se situar nas laterais das esteiras a fim de separar os materiais de acordo com as seguintes classes: papel, plástico, vidro, metal. Os resíduos especiais cairão no final da esteira em um recipiente, deverão ser armazenados e aguardar a coleta da prefeitura. Para armazenamento dos materiais triados, os separadores devem contar com tambores metálicos ou bombonas plásticas (melhor opção devido ao peso e facilidade de manejo na higienização) localizados atrás deles ou ao lado. Esses tambores ou bombonas devem possuir pegas ou alças para facilitar o manuseio e devem ser pesados antes que seu conteúdo seja encaminhado para seu destino final.

A Usina também deve possuir carrinhos de transporte de bombona para auxiliar na mobilidade destes recipientes para os diferentes setores. O modelo orçado é para bombona de até 200 litros e com capacidade de 250kg, tendo 1270 mm de altura por 500 de largura.

4.2.1.3 Pré-beneficiamento

Procedimento opcional realizado com o fim de agregar valor aos materiais a serem comercializados. Esta etapa envolve:

- Para papel: limpeza manual, secagem e separação por tipo:
  1) Embalagens TetraPak (Longa-Vida);
  2) Papelão;
  3) Papeis brancos ou quase brancos e impressões de computador;
  4) Jornais e revistas;
  5) Cartões.
- Para plástico: retirada de rótulo, limpeza manual, separação por cor e por tipo. Essa separação pode ser realizada em plástico duro e mole ou pela simbologia utilizada para diferenciar os tipos de plástico (Figura 4.8):
  1) PET (poli(tereftalato de etileno)): garrafas de refrigerantes, água, vinagre, detergentes;
  2) PEAD (polietileno de alta densidade): amaciantes, branqueadores, leite, condicionadores, xampus;
  3) PVC (policloreto de vinila): pipas, cortinas de banheiro, bandejas de refeições, capas, assoalhos, forros;
  4) PEBD (polietileno de baixa densidade): filmes, sacolas de supermercado, embalagens de lanches;
  5) PP (polipropileno): potes para guardar alimentos, carpetes, embalagens de pudins, de iogurtes e de água mineral;
  6) PS (poliestireno): copos de água e de café, protetor de embalagens (isopor), cartuchos de impressora;

7) Outros: mamadeiras, lentes de óculos, solados, saltos de calçado, batentes, rodas, pára-choques, maçanetas, carcaça de aparelhos, tubulações, etc (FRANCHETTI *et. al.*, 2003).

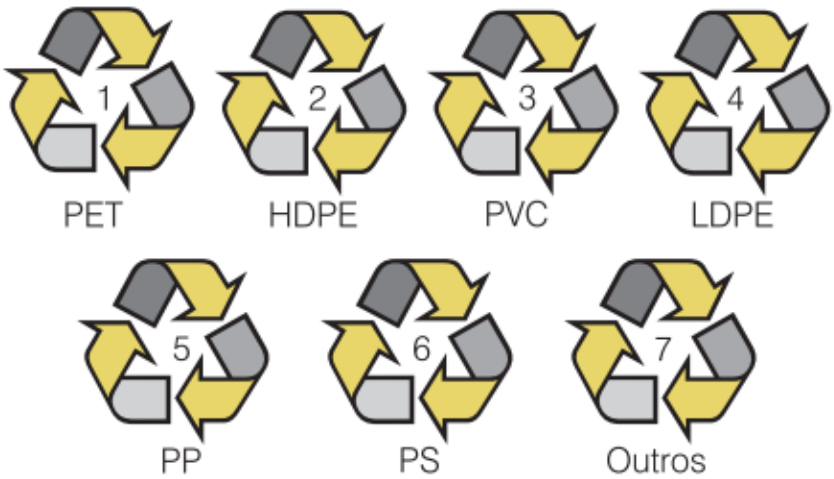

Figura 4.8. Simbologia para diferenciação dos tipos de plásticos utilizados na indústria.

Fonte: FRANCHETTI et. al., 2003.

- Para vidro: separação por cor (translúcido, verde, âmbar, azul) e por tipo, por exemplo:
  1) Vidros de embalagem (garrafas de bebidas, potes de alimentos, frascos de perfume);
  2) Vidros planos (janela, cacos de vidro, pára-brisa);
  3) Vidros ondulados;
  4) Pyrex.
- Para metal: retirada de pedras, areia, plásticos, contaminantes em geral e separação por tipo: ferrosos (pontos 1 e 2 descritos a seguir) e não-ferrosos (pontos 3, 4 e 5 descritos a seguir).
  1) Ferro: utensílios domésticos, ferramentas, peças de automóveis estruturas de edifícios, latas de alimentos e bebidas;
  2) Aço: latas de alimentos, peças de automóveis, aço para a construção civil;
  3) Alumínio: latas de bebidas, esquadrias;
  4) Cobre: cabos telefônicos e enrolamentos elétricos, encanamentos;

5) Metais pesados: chumbo (baterias de carros, lacres), níquel (baterias de celular), zinco (telhados, baterias), mercúrio (lâmpadas fluorescentes, baterias).

Os metais pesados estão classificados como resíduos especiais, que devem ser separados para recolhimento pela prefeitura, como abordado anteriormente no item 4.2.1.2.

4.2.1.4 Prensagem

Os resíduos de papel, plástico e metal, separados anteriormente na esteira, deverão ser levados para a prensa a fim de se formar fardos (Figura 4.9). Estes fardos serão colocados na área de espera.

Figura 4.9. Prensa enfardadeira.

Quanto ao vidro, este deve ser armazenado sem prensar e seguirá para a área de espera, bem como os materiais supracitados.

Após o término das atividades o local deve ser varrido e a área de triagem e os tambores utilizados na separação devem ser lavados com detergente e desinfetante.

Mensalmente os ralos e as canaletas de drenagem devem ser limpos; os tambores ou bombonas danificados devem ser substituídos e deve-se realizar a manutenção dos componentes mecanizados da mesa de triagem.

A reposição dos EPIs e uniformes, a pintura da área e a desinsetização do local devem ser realizadas semestralmente ou anualmente, de acordo com a necessidade (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

4.2.1.5 Área de espera/expedição

Área dividida em baias que recebe o material devidamente tratado (Figura 4.10). Tem por finalidade armazenar os materiais para posterior transporte e comercialização.

Figura 4.10. Área de espera da Usina de Triagem e Compostagem.

Fonte: IACONO, 2007.

4.2.1.6 Outras instalações

Instalações como administração, manutenção, almoxarifado, vestiário, refeitório devem estar situadas de forma a facilitar o acesso e evitar contaminações e perdas.

Na Figura 4.11 encontra-se exemplificada a estrutura física de uma Usina de Triagem..

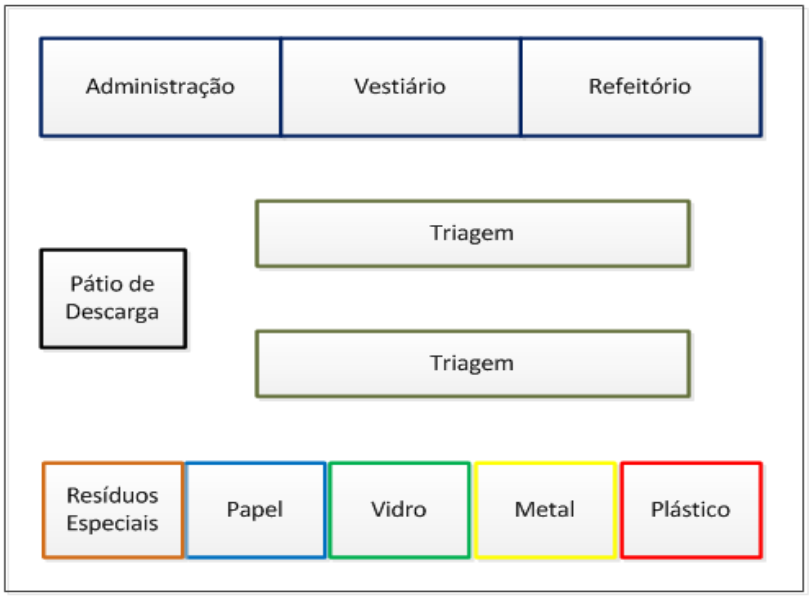

Figura 4.11. Organização física de uma Usina de Triagem.

Adaptado de: IACONO, 2007.

4.2.1.7 Cuidados na Armazenagem

A armazenagem é um ponto importante do processo para que sejam mantidas a qualidade do material e a segurança do ambiente e dos colaboradores da usina. Vilhena (1999) alerta para os cuidados que devem ser tomados para cada um dos materiais, como descritos a seguir:

O papel deve ser armazenado em local coberto para evitar a absorção de água, pois isso acarretaria em acréscimo nos custos, tendo em vista que o material deve ser comercializado seco. Deve-se ter especial cuidado nas épocas mais quentes, pois o papel pode entrar em combustão espontânea. Por isso aconselha-se o não empilhamento até próximo ao teto do galpão e a instalação de extintores em locais estratégicos.

Quanto aos plásticos, apesar da combustão ser menos provável que a do papel, deve se tomar os devidos cuidados. A armazenagem também deve ser em local seco e coberto para a proteção dos raios solares que podem degradar o material.

O vidro ainda não triturado pode ser armazenado em tambores. Assim como os metais (aço e alumínio), pode ser estocados em local descoberto o que reduz os custos da armazenagem, porém há de se tomar cuidado com o acúmulo de águas pluviais, que podem levar a transmissão de doenças, como a dengue.

As embalagens Longa-Vida também podem ser armazenadas em local descoberto se estiverem enfardadas, visto que a camada de polietileno e a pressão do fardo protegem a camada de papel.

Uma particularidade do alumínio é que deve ser guardado em locais com trancas e cadeados para maior segurança, pois este material possui alto valor agregado.

4.2.2 Resíduos Úmidos

Como visto anteriormente, 80% dos resíduos orgânicos são utilizados para ração animal. Devido a isso, sugere-se a compostagem caseira, por ser mais simples e pelo pequeno volume (cerca de 115 kg/dia ou 30 gramas/hab.dia) de resíduos gerados, e a utilização de citronela (planta ou essência) no caso da utilização dos resíduos como ração.

Como os resíduos ficam expostos nos quintais das casas e atraem diversos insetos e vetores, sugere-se a “utilização de comedouros dentro de recipientes com água e essência de citronela” (BARDANO, 2003). A citronela é uma planta com aroma similar ao eucalipto e seu óleo é um repelente natural para insetos e possui propriedades antifúngicas (MAMPRIM, 2011).

Para os resíduos que não forem consumidos pelos animais, indica-se que os moradores realizem a compostagem em suas próprias residências.

4.2.2.1 Compostagem Caseira

Em função da quantidade gerada de resíduos, a pilha não é uma opção adequada pelo baixo poder de aquecimento que ela terá. Dessa forma, a compostagem não será inteiramente realizada. Sendo assim, a compostagem pode

ser realizada por meio de um buraco na terra, por um engradado de PVC ou composteira feita de tijolo e cimento.

No caso do buraco, este deve ter 60 centímetros de diâmetro e de 25 a 40 centímetros de profundidade. Os resíduos orgânicos devem ser colocados e cobertos por uma camada de terra ou folhas secas (ARAÚJO JÚNIOR, 2004).

Optando pelo engradado de PVC (Figura 4.12), deve-se colocá-lo em um local ventilado e com fácil acesso à água (caso haja necessidade de regar). Não há necessidade de colocá-lo em um local ensolarado. O suporte pode ser jornal ou bandejas e caixas que possam coletar o chorume (líquido liberado pelo composto).

Um composto realizado de forma adequada libera pouco ou nenhum lixiviado. Sendo assim, aconselha-se a colocar uma camada de 5 (cinco) centímetros de brita, cascalho ou areia grossa na bandeja utilizada como suporte para reduzir o contato do lixiviado com o composto.

Para um projeto mais elaborado pode-se construir um suporte de concreto ou tijolo de 40 (quarenta) centímetros com um dreno no fundo onde o engradado se encaixe. Deve-se preencher metade da altura com carvão e o restante com brita. O engradado deve ser colocado em cima dessa estrutura e o chorume escorrerá pela brita até atingir o carvão que funcionará como desodorizador e filtro.

Figura 4.12. Modelos de composteiras de PVC.

Fonte: IRUSTA, 2011 e D'ADDEZIO, 2013.

Para residências que possuem pátio de terra pode-se construir uma composteira de tijolos unidos por cimento (Figura 4.13Figura 4.14). Composteiras de quintal devem ser feitas uma ao lado da outra formando compartimentos que vão sendo preenchidos com resíduos orgânicos um de cada vez. Assim, as minhocas vão reciclando o material a cada compartimento preenchido.

Figura 4.13. Composteira de tijolos.
Fonte: BERGMANN, 2010.

Figura 4.14. Composteira de tijolos coberta.
Fonte: BERGMANN, 2010.

O manual com as instruções para a correta realização da compostagem caseira pode ser encontrado no Apêndice A (ARAÚJO JÚNIOR, 2004).

4.3 Avaliação de Custos

A viabilidade de uma Usina de Triagem pode ser realizada pela análise de custo-benefício. Porém esta análise traz somente o ponto de vista financeiro, não valorando os benefícios indiretos da parcela social e ambiental decorrente dessa atividade (SCHALCH, 2002).

É necessário identificar:

- Investimentos: terreno, instalações, veículos, projeto do sistema, conjunto de recipientes para a segregação, dentre outros custos iniciais.
- Custos de operação e manutenção: salários e encargos, combustível, lubrificantes, seguros, licenças, água, energia, manutenção, divulgação, administração, *leasing* de equipamentos, serviço terceirizado, etc (SCHALCH, 2002).

O benefício financeiro obtido com a Usina provém da receita gerada com a venda dos materiais recicláveis e do composto, além da melhoria da qualidade de vida da população indígena.

A aldeia já possui uma área disponível para a instalação da usina de triagem, não sendo necessário o pagamento pelo terreno, o que já constitui vantagem para a comunidade indígena. Lindenberg (1992) *apud* Schalch (2002) sugere uma área mínima de 200 m^2 por tonelada diária processada.

Galvão Júnior (1994) *apud* Schalch (2002) estudou 14 usinas e chegou a 1,6 ton/homens.dia, uma relação média entre quantidade de resíduos processados e mão-de-obra empregada. Sendo a quantidade de secos pequena (195 kg/dia), seriam necessários 2 (dois) a 4 (quatro) funcionários e mais uma pessoa que ficará responsável pelo gerenciamento do projeto. Os resíduos especiais e eventuais resíduos que caírem ao final da esteira poderão ser analisados após a separação

dos outros materiais, devendo ser encaminhados para o órgão responsável por fornecer o tratamento adequado ao material.

Sendo assim, tem-se listado na Tabela 4.7 os investimentos necessários para a instalação da Usina. Os valores são derivados de orçamentos solicitados às empresas indicadas na própria tabela.

Tabela 4.7. Investimentos para a instalação da Usina de Triagem

Descrição	Especificações Técnicas		Preço unitário	Qtd.	TOTAL	Empresa
	Dimensões	Potência				
Esteira separação	5 x 0,8 m	1,1 kWh	6.900,00	1	6.900,00	Helomaq Ind e Com de Máquinas Agrícolas LTDA, 2014.
Bombonas plásticas	50 litros	N/A	45,00	5	225,00	Megambiental, 2014.
Bombonas plásticas	100 litros	N/A	58,00	5	290,00	Emplasul Embalagens Plásticas, 2014.
Balança	0,45 x 0,60 m	N/A	629,00	1	629,00	ACIMAQ Equipamentos Comerciais, 2014.
Carrinho de transporte	250 kg	N/A	290,00	2	580,00	VanderCar Pneus, 2014.
Prensa Hidráulica Manual	10 ton	N/A	485,05	1	485,05	NOWAK Indústria e Comércio de Máquinas, 2014.
Extintor de Incêndio de CO_2	6 kg	5BC	369,00	1	369,00	Aerotex Extintores, 2014.
TOTAL					**9.478,05**	

Os custos anuais decorrentes da operação podem ser vistos na Tabela 4.8.

Tabela 4.8. Custos de Operação e Manutenção da Usina de Triagem por ano considerando 100% de recolhimento dos materiais recicláveis

Descrição	Estimativa de consumo anual	Preço (R$)	TOTAL (R$)	Fonte
Detergente - 25 Litros	1,04 galões	20,40	21,22	Wide Stock, 2014.
Desinfetante - 25 Litros	0,21 galões	56,00	11,76	Casa do Saboeiro, 2014.
Vassoura	2 unidades	10,20	20,40	Wide Stock, 2014.
Água	8.308,80 litros	6,42	53.342,50	COMPESA, 2014.
Energia	3.552 kwh	0,29671	1.053,91	CELPE, 2014 e CONDEPE, 2014.
Reposição EPIs	1	460,80	672,00	Tabela 4.9
Pintura (anual)	1	1.000,00	1.000,00	FiveStar Pinturas, 2014.
Desinsetização	1	720,00	720,00	Imune Saúde Ambiental, 2014.
Troca do extintor	1	369,00	369,00	Aerotex Extintores, 2014.
TOTAL			**56.999,59**	

As quantidade estimadas de detergente e desinfetante foram calculadas com base na diluição informada pelo fabricante, 1:20 (uma parte de detergente para 19 partes de água) e 1:100 (1 parte de desinfetante para 99 partes de água), respectivamente.

A limpeza do local do galpão pode ser realizada semanalmente (CEMPRE, 2011 *apud* SILVA et. al., 2013) por se tratar apenas de resíduos secos. São necessários 10 litros de produto a cada limpeza. No ano, serão 520 litros utilizados. Sendo o rendimento de 1 galão de detergente igual a 500 litros, serão necessários 1,04 galões por ano. Analogamente, o rendimento de 1 galão de desinfetante é igual a 2500 litros, sendo necessários 0,21 galões por ano.

A água necessária para as diluições é a diferença entre os 520 litros e a quantidade de produto utilizada, que resulta em 494 litros para o detergente e 514,8 litros para o desinfetante. Foram adicionados aos cálculos mais 20 litros diários de água para auxiliar em eventuais limpezas, resultando em 8.308,8 litros.

O cálculo da energia foi baseado na tabela de consumo da população de Águas Belas em 2007 (CONDEPE, 2014). Nessa tabela tem-se que 8.854 pessoas

consumiram 6.290 MWh. Então 5 pessoas (supondo 4 separadores e um gerente) consumirão 3,55 MWh, que resulta em 3552kWh ao ano.

Quanto à reposição de EPIs, a durabilidade de cada um e seus respectivos preços, os dados podem ser encontrados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9. Gastos Anuais Relacionados a Equipamentos de Proteção Individual (EPI´s)

EPI's	Durabilidade (meses)	Preço unitário (R$)	Qtd.	TOTAL (R$)	TOTAL/ANO (R$/ano)
Óculos de Segurança	8	4,20	4	16,80	25,20
Protetor auditivo tipo inserção com cordão PVC	2	2,30	4	9,20	55,20
Luva de raspa	1	6,90	4	27,60	331,20
Bota de PVC cano longo com biqueira de aço	12	45,10	4	180,40	180,40
Avental de segurança	6	10,00	4	40,00	80,00
TOTAL					**672,00**

Fonte: EPI BRASIL, 2014.

Os custos atrelados à depreciação e manutenção do maquinário não foram informados pelo fabricante.

Para analisar a receita gerada pelo funcionamento da Usina de Triagem, são necessários informações sobre preços praticados na compra de materiais recicláveis. Esta informação pode ser vista na Tabela 4.10.

Tabela 4.10. Preços da tonelada do material reciclável em algumas cidades brasileiras em reais

	Papelão (R$/ton)	Papel Branco (R$/ton)	Latas de Aço (R$/ton)	Alumínio (R$/ton)	Vidro Incolor (R$/ton)	Plástico Rígido (R$/ton)	PET (R$/ton)	Longa Vida (R$/ton)
Brasília	180	280	100	2100	50	900	900	100
Goiânia	320P	300P	270	3000	30	500	1700P	320
Cuiabá	250L	250L	180PL	2700PL	-	800PL	1700PL	200PL
Belém	150	220	320	2300	30	400	1300	200
Recife	200	300	320	2000	30	600	1300	-
Rio de Janeiro	320PL	360PL	370L	2600L	180L	750PL	1850PL	200PL
Natal	150	240	150	2500	-	900	900	150
Blumenau	320PL	300PL	250	2400P	120	950	1300P	160
Ribeirão Pires	510PL	530	300	2700P	50	700	1800	370
São Paulo	480PL	530PL	500	2800PL	180	1600	1850PL	260PL
P = prensado - L = limpo - I = inteiro - C = cacos - UN = unidade								

Fonte: CEMPRE, 2014.

Para o cálculo da receita utilizou-se como referência os valores dispostos na Tabela 4.10 para a cidade de Recife, por ser a mais próxima da Aldeia em estudo. Multiplicando os preços de cada material por sua quantidade gerada (Tabela 4.4) temos a receita demonstrada na Tabela 4.11.

Tabela 4.11. Receita anual gerada pela Usina de Triagem

Resíduo	ton/ano	R$/ton	Receita anual
Papel	9,3	300,00	2.788,80
Papelão	5,3	200,00	1.066,98
Plástico	28,4	1.300,00	36.873,85
Metal	8,0	2.000,00	15.920,20
Vidro	20,1	30,00	601,79
TOTAL	**71,02**		**57.251,62**

Dessa forma, tem-se um lucro de R$252,03, calculado pela diferença entre receita obtida pela Tabela 4.11 (R$57.251,62) e os custos de operação demonstrados na Tabela 4.8 (R$56.999,59).

Do ponto de vista econômico, a instalação da Usina de Triagem é positiva, ainda mais se receber o apoio governamental na construção do galpão, pois os

investimentos seriam minimizados e o capital da aldeia que fosse aplicado seria recuperado pela venda dos materiais recicláveis.

Considerando outro cenário, mais próximo à realidade, onde somente metade dos resíduos fosse recolhida e tratada na usina, haveria alteração nos cálculos de custos que podem ser vistos na Tabela 4.12, pois alguns são variáveis e seriam necessários menor quantidade destes. São eles: quantidade de detergente, quantidade de desinfetante, água, energia, necessidade de reposição de EPI's. Quanto à receita, apenas 50% do valor da receita, ou seja, R$28.625,81 seria obtido.

Tabela 4.12. Custos de Operação e Manutenção da Usina de Triagem por ano considerando 50% de recolhimento dos materiais recicláveis

Descrição	Estimativa de consumo anual	Preço (R$)	TOTAL (R$)	Fonte
Detergente - 25 Litros	0,52 galões	20,40	10,61	Wide Stock, 2014.
Desinfetante - 25 Litros	0,11 galões	56,00	5,88	Casa do Saboeiro, 2014.
Vassoura	2 unidades	10,20	20,40	Wide Stock, 2014.
Água	4.154,40 litros	6,42	26.671,25	COMPESA, 2014.
Energia	1.776 kwh	0,29671	526,96	CELPE, 2014 e CONDEPE, 2014.
Reposição EPIs	0,5	460,80	230,40	Tabela 4.9
Pintura (anual)	1	1.000,00	1.000,00	FiveStar Pinturas, 2014.
Desinsetização	1	720,00	720,00	Imune Saúde Ambiental, 2014.
Troca do extintor	1	369,00	369,00	Aerotex Extintores, 2014.
TOTAL			**29.554,49**	

Nesse cenário não haveria lucro. Mas acima de tudo, deve-se considerar os ganhos indiretos, que não podem ser medidos financeiramente, como saúde e bem-estar da população.

4.4 Divulgação da Coleta Seletiva e Educação Ambiental

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos apresenta diretrizes, estratégias e metas que demandam ações de educação ambiental e comunicação social que mobilizem a sociedade brasileira como um todo. A Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/99) em seu primeiro artigo define a educação ambiental como:

> processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Completa ainda em seu segundo artigo, dizendo que “é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal”.

A fim de se criar uma cultura acerca da coleta seletiva e tornar esse procedimento intrínseco ao cotidiano da aldeia, faz-se necessário a promoção da educação ambiental continuada, por meio da promoção de eventos, campanhas e aulas que podem ser ministradas na escola local. Além disso, pode-se criar um espaço na Usina de Triagem para esclarecimento de dúvidas.

Ademais, pode-se trabalhar com cartilhas e manuais de orientação, que devem chamar a atenção para pontos importantes, como as vantagens da coleta seletiva, como participar dessa nova prática e a importância e como realizar a separação dos resíduos secos dos úmidos. No Apêndice B há um material de apoio com explicações sobre coleta seletiva e reciclagem e os materiais a serem reciclados. Este material pode ser utilizado de base para a conscientização e estímulo à participação de crianças e adultos nesse novo processo.

É deveras importante deixar claro o que deve e o que não deve ser enviado para a usina de triagem, esclarecer os conceitos de resíduo e rejeito. Os rejeitos devem permanecer ensacados nas residências para a coleta pelo caminhão da prefeitura. São eles: lixo de banheiro, guardanapos sujos, fralda, absorventes, papel celofane papel vegetal, cerâmica, porcelana, espelho, cristais, vidro temperado (prato duralex), adesivos, embalagens metalizadas (bombons, biscoitos), fotografia, papel

carbono, etiquetas adesivas, esponjas de aço, grampos, clipes, latas de tinta, embalagens de aerossóis, cabos de panela, tomada, entre outros.

Os moradores também devem ser instruídos quanto ao tratamento dos resíduos que deverão ser encaminhados para a Usina, ou seja, que os papeis separados devem estar secos e que as embalagens do tipo longa vida, latas, garrafas e frascos de vidro e plástico devem ser lavados, não devem ser enviados com resquícios do produto que armazenavam.

O Guia da coleta seletiva de lixo do CEMPRE, escrito por Vilhena (1999), oferece vários exemplos de panfletos que podem ser utilizados como modelo para a confecção do da aldeia (Figura 4.15).

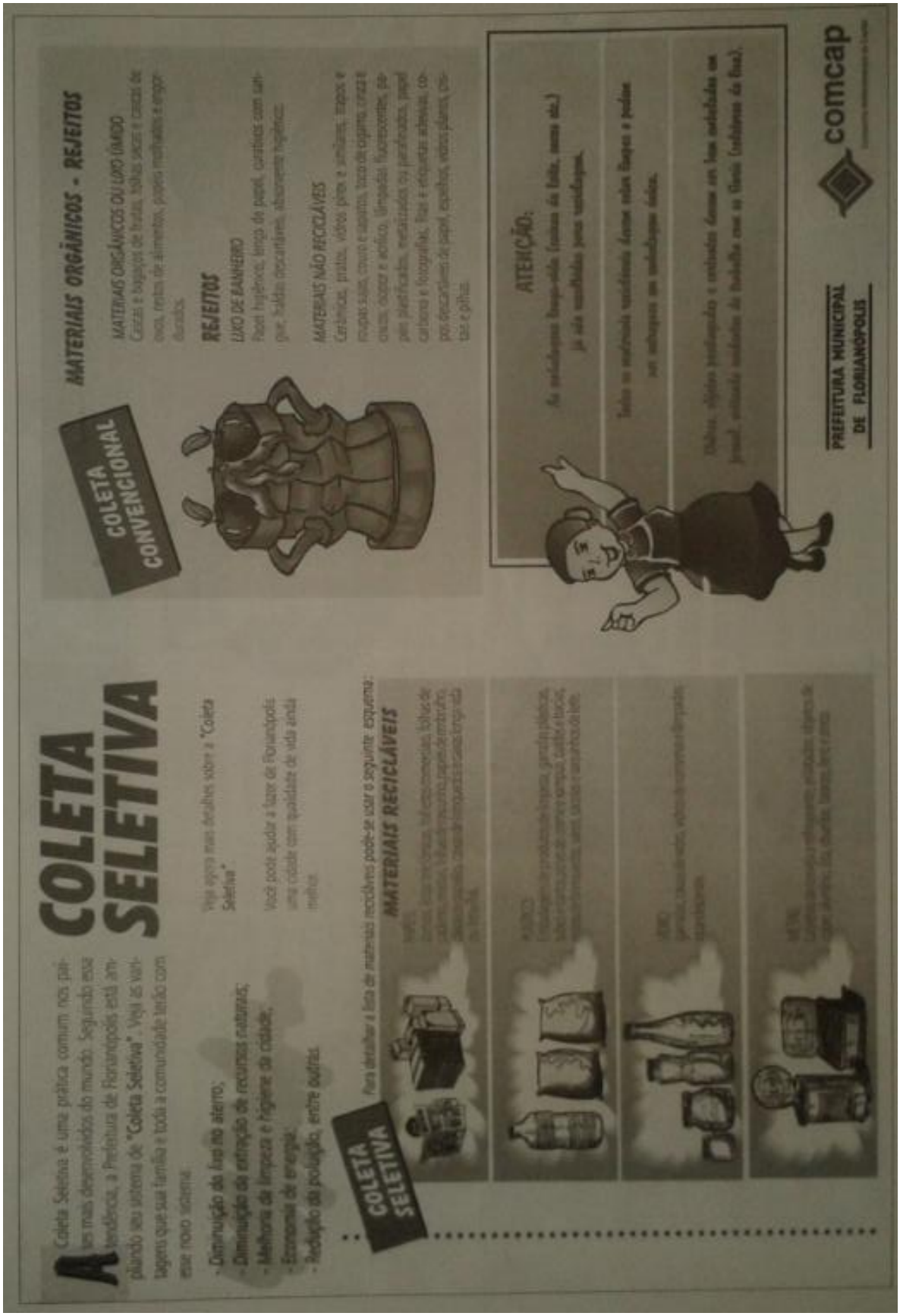

Figura 4.15. Panfleto confeccionado pela Prefeitura de Florianópolis.

Fonte: VILHENA, 1999.

Se na fase do planejamento, antes da coleta se iniciar de fato, houver estímulo da participação pública, é muito provável que a comunidade se identifique com o programa e contribua de forma efetiva. Acrescenta ainda Schalch (2002):

> "A educação ambiental tem se mostrado a chave fundamental para o sucesso dos programas de reciclagem, pois propicia a aprendizagem do cidadão sobre o seu papel como gerador de resíduos, atingindo escolas, repartições públicas, residências, escritórios, fábricas, lojas, enfim, todos os locais onde os cidadãos geram resíduos".

A participação intensiva da população local e a segregação dos materiais de forma correta acarretam em redução dos custos na destinação final dos resíduos sólidos urbanos e na melhoria da qualidade de vida local.

Na Tabela 4.13 estão alguns itens selecionados como sugestão para a educação e esclarecimento da população. É um cronograma com temas diversificados, em que cada um deles pode ser abordado a cada 15 dias.

Tabela 4.13. Sugestão de temas para a educação continuada

Mês	Quinzena 1	Quinzena 2
Janeiro	Preservar o meio ambiente é responsabilidade de cada um de nós	Ordem, limpeza e segurança
Fevereiro	Uma pequena introdução à Legislação Ambiental	Com treinamento se obtém saúde
Março	Desvendando o Aquecimento Global	Problemas e Conflitos Ambientais Atuais na aldeia
Abril	Onde nascem os riscos ambientais? O que posso fazer para minimizá-los?	6 atitudes sustentáveis que você pode fazer em casa para preservar o meio ambiente
Maio	Impacto Ambiental pode ser positivo ou negativo. Entenda essa ideia	Saúde e meio ambiente.
Junho	Decomposição de resíduos: informação que rompe paradigmas	O conceito dos 3R, redução, reutilização e reciclagem
Julho	Gestão de resíduos: faça a sua parte que o planeta agradece	Conceitos básicos da coleta seletiva
Agosto	Coleta seletiva	Vidro: frágil ou resistente? Como lidar?
Setembro	Logística Reversa. A importância da conscientização e coleta seletiva	Prevenção da Poluição, reduzindo impactos, gastos e acidentes
Outubro	Avaliação de Impacto Ambiental. Importante instrumento contra a degradação ambiental	Resíduos sólidos e a degradação do solo
Novembro	Entenda mais sobre a importância da COLETA SELETIVA	Você tem atitudes sustentáveis? O que é sustentabilidade?
Dezembro	Geração e destinação de resíduos sólidos durante o ORICURI	Boas Práticas Ambientais

Fonte: Adaptado de Bento, 2014.

Esses temas são importantes para a sensibilização da população para a problemática da situação atual. Irá ajudá-los a compreender por meio do conhecimento dos componentes e mecanismos do sistema natural às consequências de suas atividades cotidianas. Isso acarreta em senso de responsabilidade pelo fato de cada habitante se identificar como protagonista, com poder de ação para determinar e garantir a manutenção do bem-estar da aldeia, dando-lhes competência para avaliar e agir efetivamente no sistema. Somente assim eles se verão como cidadãos com capacidade de conciliar a natureza com a cultura.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Faz-se mister a execução adequada da gestão dos resíduos sólidos. A coleta seletiva e a compostagem permitem a redução da quantidade de resíduos que é enviada aos aterros sanitários. Outrossim, há o benefício econômico de trabalhadores informais que encontraram na separação, na reutilização e na reciclagem dos resíduos um meio de sobrevivência e melhoria de vida.

Também se deve pensar em um conceito mais abrangente: a redução da geração de resíduos, que pode ser alcançada não somente pela reciclagem, mas também pela reutilização de materiais e pelo consumo de bens de maior durabilidade, com consequente redução do desperdício.

Somado ao possível benefício econômico, essas medidas resultam em redução de gastos com limpeza pública e, principalmente, a melhoria da saúde e bem-estar da população.

Tanto a coleta seletiva quanto a compostagem ou qualquer outra prática sustentável devem ser mais exploradas e utilizadas, pois além das vantagens já citadas, há a imposição legal da PNRS, que determina a elaboração de planos municipais de resíduos e estabelece o fechamento dos lixões até agosto de 2014 em todos os municípios como condição para se ter acesso aos recursos da União. Somente os resíduos que não puderem ir para a reciclagem, denominados rejeitos, deverão ser dispostos em aterros sanitários.

A aldeia Fulni-ô já possui vantagem ao ter a maioria dos seus resíduos orgânicos aproveitados na alimentação de animais domésticos. Devido a isso, a compostagem caseira irá atender plenamente a demanda existente, reduzindo a proliferação de pragas e proporcionando uma ambiente mais seguro e saudável para a aldeia.

Os resíduos secos exigem um investimento maior. A aldeia deve procurar apoio público na construção do galpão, tendo a grande vantagem de já possuir em seu território espaço adequado para a instalação.

Sugere-se a adoção de algumas práticas para o controle e melhoria da qualidade do gerenciamento. São elas: realização da pesagem dos diferentes tipos

de materiais coletados a fim de se entender os hábitos da aldeia e acompanhar a quantidade de resíduos que chegam à usina; estabelecimento de indicadores para os materiais coletados a fim de se acompanhamento da evolução da geração de cada tipo de material e também o grau de participação e conscientização da aldeia; e estabelecimento de metas de coleta seletiva a fim de que em um prazo previamente estabelecido seja atingido a porcentagem de 100% de resíduos coletados e tratados.

Qualquer renda obtida com a comercialização dos resíduos será uma fonte de renda extra para a aldeia, que poderá utilizar esse dinheiro para o pagamento dos colaboradores da usina e/ou investir em melhorias para a própria aldeia.

Para maximizar os lucros, sugere que, futuramente, depois de todo o processo já estar instaurado plenamente na aldeia, seja realizada a coleta seletiva em municípios vizinhos, a fim de se aumentar a quantidade de resíduos recolhidas e, consequentemente, a renda gerada.

É importante ressaltar que o cerne do recolhimento e correto tratamento desses resíduos não é o ponto econômico, e sim a saúde da população e do ambiente em que a aldeia está inserida. A melhoria da qualidade de vida, redução de doenças, aumento da qualidade do solo e das águas são quesitos que não se consegue medir financeiramente, mas trazem inúmeros benefícios à aldeia indígena Fulni-ô.

Não se pode esquecer a importância da educação continuada, da divulgação e conscientização da população, pois somente com a incorporação e novos hábitos e a colaboração de todos, o projeto se tornará concreto e cumprirá com todos os seus objetivos. Nesse âmbito, a aldeia deve ministrar aulas na escola sobre educação ambiental a fim de se atingir as crianças. Gincanas podem ser feitas para ajudar na estimulação inicial. Para os adultos, deve-se realizar palestras acerca do tema, além e distribuição de folhetos explicativos que também contribuirão para a conscientização de todos.

Outras aldeias e pequenas cidades também podem adotar essa prática, por meio da adaptação da metodologia e resultados para o gerenciamento de seus resíduos sólidos.

Como sugestão para futuros trabalhos, propõe-se a coleta de mais pontos, ou seja, realização de outras visitas para aprofundamento do estudo. Pode-se também estudar a sazonalidade da geração dos resíduos sólidos, analisando os resíduos em diferentes épocas do ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIMAQ Equipamentos Comerciais. Balança. Espírito Santo: ACIMAQ EQUIP IND. E COM. LTDA, 2014. Disponível em: <http://www.acimaq.com.br/busca?q=balan%C3%A7a&x=0&y=0>. Acesso em 01 jul. 2014.

AEROTEX Extintores. Produtos - Extintores de Incêndio. São Paulo: AEROTEX Extintores, 2014. Disponível em: <http://www.aerotexextintores.com.br/co2-6kg.html>. Acesso em 09 ago. 2014.

ARAÚJO JUNIOR, C. M. Compostagem Natural de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Metodologias e Monitoramento. 2004. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ARCILA, R. I. A. **Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos nos Municípios de Pequeno Porte do Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2008. Disponível em: <http://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/RafaellaIAA.pdf>. Acesso em 01 set. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS (ABIEF). **Clipping**. São Paulo (SP): ABIEF – Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis, 2013. Disponível em: <http://www.abief.com.br/noticias.php>. Acesso em: 30 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA). **Dados do Setor**. São Paulo (SP): Bracelpa, 2013. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES E PROCESSADORES DE VIDROS PLANOS (ABRAVIDRO). **Outros segmentos vidreiros**. São Paulo (SP): Abravidro – Associação Brasileira de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos, 2013. Disponível em: < http://www.andiv.com.br/mercado_out.asp>. Acesso em: 01 ago. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2011**. ABRELPE, 2011. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2011.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2012**. ABRELPE, 2012. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Por que Reciclar?** São Paulo (SP): ABAL – Associação Brasileira do Alumínio, 2013. Disponível em: <http://www.abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/por-que-reciclar/>. Acesso: 25 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Reciclagem no Brasil**. São Paulo (SP): ABAL – Associação Brasileira do Alumínio, 2011. Disponível em: <http://www.abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/reciclagem-no-brasil/>. Acesso em: 25 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO (ABIVIDRO). **Qualidade do Vidro na Reciclagem**. São Paulo (SP): Abividro – Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro, 2013. Disponível em: <http://www.abividro.org.br/reciclagem-abividro/qualidade-do-vidro>. Acesso em: 01 ago. 2013.

BARATTO, D. S.; GODOY, M. B. R. B.; ROBAINA, L. E. S. **Cenários da Gestão dos Resíduos Sólidos Domiciliares em Municípios de Pequeno Porte: Estudo de Caso**. Reencuentro de Geógrafos da América Latina. Peru, 2013. Disponível em: <http://www.egal2013.pe/wp-content/uploads/2013/07/Tra_D%C3%A9bora-Manuel-Lu%C3%ADs.pdf>. Acesso em 01 set. 2014.

BARBOSA, C. N.; SALLIBI, V. C. **Estudo da Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Município do Rio de Janeiro**. 2012. Projeto final de curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

BARDANO, B. M. M. **Proposta de Ações de Saneamento Ambiental para a Comunidade Indígena Fulni-ô**. 2013. Projeto final de curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

BENTO, H. **Fórmula Secreta para o DDS de Sucesso.** Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < http://www.ddsonline.com.br/images/stories/downloads/40-temas-gratis-formula-secreta-para-o-dds-de-sucesso.pdf>. Acesso em 06 ago. 2014.

BERGMANN, D. **Práticas de Compostagem**. São Borja (RS): Blog Uma Vida, Plante Uma Árvore, 2010. il. Disponível em: <http://darcibergmann.blogspot.com.br/2010/03/praticas-de-compostagem.html>. Acesso em: 14 dez. 2013.

BIDONE, F. R. A. **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999.

BRASIL. **Instrução Normativa n°25, de julho de 2009**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 23 jul. 2009. Disponível em: < http://www.anc.org.br/imagens/uploads/in_25_normas_sobre_as_especificacoes_e_as_garantias_as.pdf >. Acesso em: 08 fev. 2013.

BRASIL. **Lei n° 9.795, de abril de 1999**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 08 fev. 2013.

BRASIL. **Lei n° 12.305, de agosto de 2010**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 08 fev. 2013.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 275, de 25 de abril de 2001**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 abr. 2001. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>. Acesso em: 07 set. 2013.

Casa do Saboeiro. Base: Desinfetante. São Paulo: Jacy fragrancias, 2014. Disponível em: <http://www.casadosaboeiro.com.br/produto.php?cod_produto=745515>. Acesso em 01 jul. 2014.

CARVALHO, D. D. **Apostila de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro (RJ): Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

CELPE. **Tarifa de Energia Elétrica.** Pernambuco: Departamento de Regulação Econômica e Financeira (REF), 2014. Disponível em: <http://servicos.celpe.com.br/Media/pdf/tarifas/TIPOA/CELPE-Tabela_Tarifas_Reh_1723_2014(2014-05)-Convencional-Site-AT.pdf>. Acesso em 01 jul. 2014.

COMPESA. **Estrutura Tarifária**. Pernambuco: Companhia Pernambucana de Saneamento, 2014. Disponível em: <https://lojavirtual.compesa.com.br:8443/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalAction.do>. Acesso em 01 jul. 2014.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (CEMPRE). **Política Nacional de Resíduos Sólidos – O impacto da nova lei contra o aquecimento global**. São Paulo: CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE) e Centro de Tecnologia de Embalagem do Instituto de Tecnologia de Alimentos (CETEA/ITAL), 2013. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/download/pnrs_001.pdf> Acesso em: 04 jul. 2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (CEMPRE). **Preço do material reciclável**. São Paulo: CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem, 2014. Disponível em: < http://www.cempre.org.br/>. Acesso em 02 abr. 2014.

CONDEPE. **Transparência**. Pernambuco: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – CONDEPE/FIDEM, 2014. Disponível em: <http://www2.transparencia.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=98754&folderId=218527&name=DLFE-14105.pdf>. Acesso em 01 jul. 2014.

CORTEZ, C. L.; GRISOLI, R.; GAVIOLI, F.; COELHO, S. T.; CARMELO, S. **Alternativa sustentável para utilização de resíduos de poda provenientes da manutenção das redes de distribuição de energia elétrica**. São Paulo: CENBIO/USP, 2008. Disponível em: <http://cenbio.iee.usp.br/english/download/publicacoes/podaagrener04jun2008.pdf>. Acesso em: 22 set. 2013.

CRISIGIOVANNI, C. L. M. **Uma Abordagem Sócio-Ambiental e Tecnológica da Reciclagem dos Resíduos de Vidro**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geração e Transferência de Tecnologia) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento e Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba (PR), 2010. Disponível em: <http://www.lactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/CirineaLucia.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2013.

CURITIBA. Prefeitura de Curitiba. Agência de Notícias da Prefeitura (Org.). **Educação Ambiental: Crianças e jovens conhecem usina de reciclagem.** 2010. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/noticia.aspx?codigo=20848>. Acesso em: 25 jul. 2013.

D'ADDEZIO, F. **Saiba como fazer e usar uma composteira caseira**. São Paulo (SP): Ciclo Vivo, 2013. il. Disponível em: <http://ciclovivo.com.br/noticia/dica_saiba_como_fazer_e_usar_uma_composteira_caseira>. Acesso em: 14 dez. 2013.

EMPLASUL EMBALAGENS PLÁSTICAS. Produto: Bombonas. Santa Catarina: Emplasul Embalagens Plásticas, 2014. Disponível em: <http://www.emplasul.com.br/bombonas-novo-homologado/>. Acesso em 01 jul. 2014.

EPI BRASIL.COM. Linha de Produtos. São Paulo: EPI BRASIL.COM, 2014. Disponível em: <http://www.epibrasil.com.br>. Acesso em 01 jul. 2014.

FERREIRA, A. C. S.; CARVALHO, M. S. **Um Estudo sobre a Evidenciação dos Benefícios Econômicos, Sociais e Ambientais da Central de Separação de Recicláveis (CSR) da Companhia de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro**. Porto Alegre: ConTexto, v. 7, n. 11, 2007.

FIVE STAR PINTURAS. Pernambuco: Five Star Pinturas, 2014. Disponível em: <http://www.fivestarpinturas.com.br/onde-estamos/servico-de-pintura-no-recife>. Acesso em 01 jul. 2014.

FRAGA, L. **8° Censo da Reciclagem de PET no Brasil – 2011**. São Paulo (SP): ABIPET – Associação Brasileira da Indústria do PET, 2012. Disponível em: <http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=7>. Acesso em: 30 jul. 2013.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. **A Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem**. Revista Química Nova na Escola. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Química, n.18, p.42-45, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A09.PDF>. Acesso em: 12 dez. 2013.

FUNASA. **Quadro Geral dos Povos**. Brasília: FUNASA, 2010. Disponível em: <http://pib.socioambiental.org/pt/c/quadro-geral>. Acesso em: 17 dez. 2013.

FUNDAÇÃO DEMÓCRITO ROCHA. **Compostagem e Minhocultura – Fatores que Influenciam na Compostagem**. Fortaleza (CE): Fundação Demócrito Rocha, 2013. Disponível em: <http://fdr.com.br/formacao/compostagem-e-minhocultura/fatores-que-influenciam-na-compostagem/>. Acesso em: 23 abr. 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Belo Horizonte). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Orientações Básicas para Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo**. 2006. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Usina2.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2003.

GERESOL. **História do Lixo – Linhas Gerais**. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. Disponível em: <https://www.ufmg.br/proex/geresol/lixohistoria.htm>. Acesso em: 14 jun.2013.

GODOY, J. C. **Compostagem**. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2013.

GOLÇALVES, P. **A Reciclagem Integradora dos Aspectos Ambientais, sociais e econômicos**. Rio de Janeiro: DP&A: Fase, 2003. (Série Economia Solidária, 5).

GUALBERTO FILHO, A.; NÓBREGA, C. C.; REIS, R. N. N. **Projeto de uma usina de compostagem de resíduos sólidos domiciliares para a cidade de Cabedelo, Paraíba, Brasil**. João Pessoa (PA): Universidade Federal da Paraíba, 1998. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/brares211.pdf>. Acesso em: 06 out. 2013.

GUIMARÃES, M. G.; HENKES, J. A. **Estudo de Caso - Gestão Ambiental em Terra Indígena: Planejamento Ambiental para a Aldeia Guarani Mbiguaçu**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 257 - 281., out. 2012/mar.2013. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1210>. Acesso em 08 set. 2014.

HELOMAQ. Produto: Esteiras Transportadoras. São Paulo: Helomaq Ind. e Com. de Máquinas Agrícolas, 2014. Disponível em: <http://www.helomaq.com.br/produtos/>. Acesso em 01 jul. 2014.

IACONO, M. A. **Usinas de Triagem e Compostagem Financiadas pela Funasa no Estado do Rio de Janeiro – Uma Análise Crítica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: < http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2007/PEAMB2007MAIacono.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. IBGE, 2010. Disponível em: <www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 mar. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Brasil: IBGE, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/lixo_coletado110.shtm>. Acesso em: 23 abr. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Brasil: IBGE, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabzip_man_res_sol.shtm>. Acesso em: 23 abr. 2013.

INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL DOS PLÁSTICOS (PLASTIVIDA). **Reciclagem: o que é?** São Paulo (SP): Plastivida – Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos, 2013. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_Oque-e.aspx>. Acesso em: 30 jul. 2013.

IRUSTA, J. **Como fazer uma compostagem doméstica**. Curutiba: Blog Paito na Geral, 2011. il. Disponível em: <http://palitonageral.blogspot.com.br/2011/03/como-fazer-uma-compostagem-domestica.html>. Acesso em: 14 dez. 2013.

JARDIM, Arnaldo. **Manual Prático da Cidadania Ambiental.** São Paulo: [s.n]., 2010.

JUCÁ, J. F. T.; NEGROMONTE, M. E. D.; MARIANO, M. O. H.; MOURA, A. S. S.; CAVALCANTI, R. C. **Diagnósticos de Resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco**. In: XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002, Cancun. Anais. Cancun: BVSDE, 2002. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/iv-037.pdf>. Acesso em: 13 out. 2013.

JUNKES, M. B. **Procedimentos para Aproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios de Pequeno Porte**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/9349.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2013.

LIBÂNIO, P. A. C. **Avaliação da Eficiência e Aplicabilidade de um Sistema Integrado de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos e de Chorume**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/83M.PDF>. Acesso em: 06 out. 2013.

LIMA, G. M; COSTA, F. R. **Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Município de Rafael Fernandes-RN**. GEOTemas, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v. 1, n. 1, p. 91-103, jan./jun., 2011, p. 92. Disponível em: < http://periodicos.uern.br/index.php/geotemas/article/viewFile/124/115>. Acesso em: 01 set. 2014.

MACEDO, A. R. P.; VALENÇA, A. C. V. **Reciclagem de Papel**. Rio de Janeiro: Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), 1995. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set210.pdf. Acesso em: 25 jul. 2013.

MACGREGOR, S. T; MILLER, F. C.; PSARIANOS, K. M.; FINSTEIN, M. S. **Composting process control based on interaction between microbial heat output and temperature**. Applied and Environmental Microbiology. Washington, vol. 41, numero 6, 1981, p. 1000-1009. Citado em Russo, 2003.

MACHADO, G. B. **Tratamento de Resíduos Sólidos – Logística Reversa**. Belém (PA): Tratamento de Resíduos Sólidos (Blog), 2012. Disponível em: <http://www.trsolidos.com/search/label/N%C3%A3o%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos>. Acesso em: 08 out. 2013.

MAMPRIM, A. P. **Efeitos de defensivos agrícolas naturais e extratos vegetais sobre parâmetros biológicos de Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorok**. Marechal Cândido Rondon (PR): Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Agronomia, 2011. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/3/TDE-2012-12-15T101719Z-846/Publico/Ana_Paula_Mamprim.PDF>. Acesso em: 13 dez. 2013.

MECALUX. **Esteira de triagem de resíduos sólidos**. Barueri (SP): Mecalux logismarket, 2013. il. Disponível em: <http://www.logismarket.ind.br/waig/esteira-de-triagem-de-residuos-solidos/1881861118-1179618385-p.html> Acesso em: 23 abr. 2013.

MEGAMBIENTAL. Produto: Bombonas. Duque de Caxias: Megambiental, 2014. Disponível em: <http://www.megambiental.com.br/index.php?pagina=galoes-de-plastico>. Acesso em 01 jul. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acesso em: 05 mai.2013.

MRS Logística S.A. **Catálogo Corporativo de EPI's**. São Paulo: Gerência de Meio Ambiente, saúde e Segurança., 2011. Disponível em: <http://www.mrs.com.br/relacoescomfornecedores/catalogo_epi_mrs_terceirizadas.pdf>. Acesso em 01 jul. 2014.

NOWAK Indústria e Comércio de Máquinas LTDA. Produtos: Prensas. São Paulo: NOWAK Indústria e Comércio de Máquinas LTDA, 2014. Disponível em: <http://www.nowak.com.br/loja/main.asp?link=detalhe_produto&cod=1414>. Acesso em 01 jul. 2014.

PAULA, M. B.; PINTO, H. S.; SOUZA, M. T. S. **A Importância das Cooperativas de Reciclagem na Consolidação dos Canais Reversos de Resíduos Sólidos Urbanos Pós-Consumo**. In: XIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), 2010, São Paulo. Anais. São Paulo (SP): FGV-EAESP, 2010. Disponível em: <http://observatorioderesiduos.com.br/wp-content/uploads/2011/03/E2010_T00221_PCN41182.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2013.

PEREIRA NETO, J. T.; STENTIFORD, E. I.; MARA, D. D. **Comparison of Windrow and Aerated Static Piles for Refuse/Sludge Composting**. International Symposium in Composting Process, Quality and Use, Udine, Italy, 21 p. 21. Citado em Russo, 2003.

PINTO-COELHO, R. M. **Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 1ª Ed. Belo Horizonte (MG): Ed. Recóleo, 2009. Disponível em:

<http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/EGRH/Reciclagem/livro_reciclagem_171109_low.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2013.

PRIMO, D. C.; FADIGAS, F. S.; CARVALHO, J. C. R.; SCHMIDT, C. D. S.; BORGES FILHO, A. C. S. **Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, v.14, n.7, p.742–746, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n7/a09v14n7>. Acesso em: 10 dez. 2013.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Reciclagem de Resíduos e Redução de Emissões**. São Paulo (SP): Programa Cidades Sustentáveis, 2013. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-praticas/reciclagem-de-residuos-e-reducao-de-emissoes?gclid=CObIoZLKmLgCFWRp7AodjBIATA>. Acesso em 06 out. 2013.

QUIRINO, E. G. **Memória e Cultura: Os Fulni-ô Afirmando Identidade Étnica**. Natal (RN): Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006. Disponível em: <ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/ElianaGQ.pdf>. Acesso em: 13 out. 2013.

RECICLOTECA. **Quem recebe recicláveis**. Rio de Janeiro (RJ): RECICLOTECA – Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente, 2013a. Disponível em: <http://www.recicloteca.org.br/quemrecebe.asp?Busca=1&BuscaOQ=Estado&Nome=PE>. Acesso em: 06 out. 2013.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de Resíduos Sólidos**. Coimbra: Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, 2003. Disponível em: <http://homepage.ufp.pt/madinis/RSol/Web/TARS.pdf>. Acesso em: 06 out. 2013.

SANTOS, S. H. **Disposição dos resíduos sólidos urbanos**. Paraná: Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Proteção ao Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <http://www.meioambiente.caop.mp.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=44>. Acesso em: 14 jun. 2013.

SANTOS, S. H.; ALMEIDA, L. M. S.; GARBELINI, E. R.; PINHEIRO, P. B. G.; VIEIRA, J. P. B. **Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos – Apostila para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos**. Curitiba (PR): Ministério Público do Estado do Paraná, 2012. Disponível em: <http://www.meioambiente.caop.mp.pr.gov.br/arquivos/File/Apostila_RSU.pdf>. Acesso em: 06 out. 2013.

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. A.; FERNANDES JÚNIOR, J. L.; CASTRO, M. C. A. A. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.** São Carlos (SP): Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, 2002. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf>. Acesso em: 13 out. 2013.

SILVA, N. R. **Análise Econômica da Triagem dos Resíduos Sólidos Urbanos Coletados por uma Associação de São Manuel – SP**. Botucatu (SP): Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

2010. Disponível em: <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0512.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2013.

SILVA, R. A.; CAMILO, R.; MASSOCATO, V. Projeto de Engenharia – Usina de Tratamento de Resíduos Sólidos de Iguatemi. Iguatemi: Municipio de Iguatemi - MS, 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/projeto_executivo_usina_iguatemi_jose.pdf>. Acesso em 13 jul. 2014.

SILVA, S. C. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) no Município de Uberlândia-MG**. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2011**. Brasília: SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=102>. Acesso em: 17 dez. 2013.

STECH, P. **Como aplicar a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. In: EIMA – Encuentro Iberoamericano sobre Desarrollo Sostenible, 2011. São Paulo: EIMA, 2011. il. Disponível em: <http://www.eima8.org/eima8/download/files/ESTs%202011/111_ppt_PStech.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2013.

TINELLI, F. M.; VARGAS, A. B.; CAMPOS, J. C.; RITTER, E. **Diagnóstico do Sistema de Coleta Seletiva Implantado no Município do Rio de Janeiro**. In: 23° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. Campo Grande (MS): Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2005. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/III-115.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). AlcScens. **Gases de Efeito Estufa**. Campinas, 2013. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/alcscens/abc.php?idAbc=18>. Acesso em: 05 mai.2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Povos Indígenas de Pernambuco – Fulni-ô**. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. Disponível em: <http://www.ufpe.br/nepe/povosindigenas/fulnio.htm>. Acesso em: 13 out. 2013.

VANDERCAR PNEUS. Produtos: Prensas. São Paulo: VanderCar Pneus Soluções em Movimentação de Carga, 2014. Disponível em: <http://www.vandercar.com.br/armazens.html >. Acesso em 01 jul. 2014.

VILHENA, A. **Guia da coleta seletiva de lixo**. São Paulo: CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem, 1999.

Wide Stock. **Limpeza e Higiene**. São Paulo: Wide Stock, 2014. Disponível em: <http://www.widestock.com.br/ecommerce_site/index.php?zt=1&cdg=5358>. Acesso em 01 jul. 2014.

ANEXO A - Orientação para Separação dos Materiais para a Coleta Seletiva

Materiais que podem ser encaminhados para a coleta seletiva:

Papel - separe para a reciclagem estando seco: papéis de escritório, papelão, caixas em geral, jornais, revistas, livros, listas telefônicas, cadernos, papel cartão, cartolinas, embalagens longa-vida.

Plástico - separe para a reciclagem retirando antes o excesso de sujeira: sacos, CDs, disquetes, embalagens de produto de limpeza, PET (como garrafas de refrigerante), canos e tubos, plásticos em geral.

Vidros - separe para a reciclagem retirando antes o excesso de sujeira: garrafas de bebida, frascos em geral, potes de produtos alimentícios, copos.

Metais - separe para a reciclagem retirando antes o excesso de sujeira: latas de alumínio (refrigerante, cerveja, suco), latas de produtos alimentícios (óleo, leite em pó, conservas), tampas de garrafa, embalagens metálicas de congelados, folha-de-flandres.

Cada um desses materiais deve ser separado dos outros e encaminhados para o ponto de entrega voluntária ou aguardar o recolhimento pelos profissionais da usina de triagem.

Pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, restos de solventes, tintas e outros resíduos tóxicos também devem ser separados dos demais materiais, pois merecem atenção especial, tendo em vista que trazem substâncias tóxicas em sua composição.

Materiais que não devem ser encaminhados para a coleta seletiva por não serem recicláveis:

Papel: papel carbono, celofane, papel vegetal, termofax, papéis encerados ou plastificados, papel higiênico, lenços de papel, guardanapos, fotografias, fitas ou etiquetas adesivas.

Plástico: plásticos termofixos (utilizados na indústria eletro-eletrônica e na produção de alguns computadores, telefones e eletrodomésticos), embalagens plásticas metalizadas (como as de salgadinho e picolé), isopor.

Vidro: espelhos, cristais, vidros de janela, vidros de automóvel, lâmpadas, ampolas de medicamentos, cerâmicas, porcelanas, tubos de TV e de computadores.

Metal: clipes, grampos, esponjas de aço, tachinhas, pregos e canos.

Esses materiais devem ser ensacados e aguardar o recolhimento pelo caminhão da prefeitura.

APÊNDICE A - Orientação para a Operação da Composteira

No fundo da composteira deposite alguns ramos grossos (para promover o arejamento) e restos secos de jardinagem (denominados resíduos castanhos), como serragem, palha, folhas secas. Adicione uma camada de cerca de 10 (dez) centímetros de composto pronto com minhocas. Caso seja a primeira compostagem, pode-se comprar em supermercados ou floriculturas húmus de minhoca (terra com ovos e filhotes de minhoca). Posteriormente deposite os resíduos úmidos (restos de comida e relva fresca). Cubra esta última camada com mais resíduos castanhos. Recomenda-se seguir a proporção 2:1, ou seja, duas partes de material úmido para uma parte de material seco.

Não é necessária a adição de mais terra, pois uma pequena quantidade já possui micro-organismos suficientes e os resíduos orgânicos também possuem uma carga microbiológica. Mais terra reduzirá o volume útil da composteira e poderá causar compactação do material, o que não é dificulta a aeração. Conforme o material for sendo degradado, nova parcela de resíduos úmidos pode ser adicionada e misturada ao composto já existente na composteira.

É importante manter a umidade, para isso deve se regar quando o composto estiver muito seco. Um simples teste que pode ser feito é “espremer uma pequena quantidade de material a compostar”. A mão deve ficar úmida, mas não deve pingar água.

A composteira deve ser tampada ou coberta a fim de se evitar a presença de vetores.

Para o recolhimento do composto, recomenda-se que quando a composteira estiver cheia, com material reciclado no fundo e lixo fresco junto à superfície, uma nova composteira deve ser empilhada sobre a primeira. Prepare esta como já dito acima. Em algumas semanas as minhocas da primeira migrarão para a segunda, quando todo o material já estiver sido transformado em composto e, desta forma, o processo continuará na segunda composteira.

O material formado é chamado de humus e pode ser utilizado na fertilização de solos.

Durante a compostagem, podem surgir alguns sintomas que caracterizam anomalias do processo. Na Tabela A 1 tem-se uma lista dos problemas mais comuns e como solucioná-los.

Tabela A 1. Dificuldades encontradas no processo de compostagem

Problemas	Motivos	Soluções
Cheiro ruim	Excesso de umidade	Revolver e adicionar palha, folhas ou serragem (ricos em carbono)
Cor branco-acinzentada	Falta de água e presença de fungos	Revolver e umedecer
O composto não aquece (temperatura muito baixa)	Falta de nitrogênio ou de micro-organismos	Adicionar podas frescas de grama, esterco fresco ou restos de verduras
	Pouca umidade	Adicionar água ao revolver
	Monte precisa ser revolvido	Levar o material das bordas para o centro
	Pilha pequena	Aumente o tamanho da pilha ou isole-a lateralmente
	Pode estar pronto	Verificar a maturidade do composto
Temperatura do composto acima de 70ºC (muito alta)	Monte muito grande	Reduzir o tamanho
Processo lento	Excesso de resíduos castanhos	Adicionar resíduos úmidos e revolver
Compactação	Pilha alta ou falta de reviramento	Revire a pilha ou diminua seu tamanho
Pragas	Restos de carne ou restos de comida com gordura	Retire este tipo de alimento da pilha e cubra com terra, folhas ou serragem. Pode-se também revirar a pilha para aumentar a temperatura.

Fonte: ARAÚJO JÚNIOR, 2004.

É importante salientar que alguns tipos de materiais não devem ser utilizados para compostagem. São eles:

- Fezes humanas ou de animais domésticos: causam odor desagradável, além de serem carreadores de doenças e parasitas.
- Carnes, gorduras e laticínios: podem atrair animais indesejáveis.
- Plantas doentes do jardim: podem infectar a pilha de compostagem e influenciar no produto final.
- Ervas daninhas invasoras (exemplo: ranúnculo amarelo, glória da manhã, grama-curandeiro): as esporas e as sementes das ervas daninhas podem

não sofrer o processo de decomposição e contaminar as plantas sadias ao utilizar o composto.

- Cinzas de carvão e giz: são tóxicas para os micro-organismos da terra.
- Pontas de cigarro ou charuto;
- Papel lustroso: as tintas são tóxicas para os micro-organismos da terra.
- Plantas tratadas com pesticidas: os pesticidas podem contaminar o composto, além disso, são perigosas para os micro-organismos da compostagem (ARAÚJO JÚNIOR, 2004).

APÊNDICE B - Material de Apoio sobre Coleta Seletiva e Reciclagem

Benefícios da Reciclagem

- Diminui a poluição
- Mais saúde para a população
- Aldeia mais limpa
- Água e solo mais limpos
- Preservação da natureza

Conheça os 3R's

1º R: Reduzir

- Reduzir a quantidade de lixo consumindo apenas o necessário e evitando o desperdício.

2º R: Reutilizar

- Reaproveitar os materiais como embalagens e papéis. Reformar objetos, dando-lhes nova utilidade.

3º R: Reciclar

- Transformar os materiais recolhidos na coleta seletiva, utilizando-os na produção de outros produtos.

O que é coleta seletiva?

- É o recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais, etc. Eles devem ser separados nas residências, nas indústrias, nos escritórios, nas escolas, nos estabelecimentos comercias, ou em qualquer lugar onde o ser humano produza lixo.

- Esses materiais serão encaminhados para a usina de triagem de resíduos sólidos da aldeia.

Separação dos materiais

- Os materiais chamados de SECOS devem ser separados dos materiais ÚMIDOS:

Seco: papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e tolhas de papel, filtro de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças, etc.

Úmido: restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, etc.

Cor da Lixeiras

- Para cada material, há uma cor diferente:

Marrom: materiais úmidos ou orgânicos - restos de comida.

Verde: vidros - garrafas, potes, frascos.

Azul: papéis - folhas, papelão, envelopes, cadernos, caixas de ovo.

Vermelho: plásticos - garrafas, tampas, mangueiras, embalagens de limpeza.

Amarelo: metais - lata, papel alumínio limpo, talheres, panelas, pregos, parafusos.

Material não reciclável

- Nem todo material pode ser reciclado, estes devem ser jogados da lixeira de cor CINZA. Veja abaixo o que não deve ser enviado para a usina de triagem:

Papéis - papel higiênico, fotografia, papel carbono, etiquetas, guardanapos e lenços sujos, ponta de cigarro.

Vidros - espelhos, lâmpadas, cerâmicas, porcelanas, pirex.

Plásticos - fralda descartável, absorventes, adesivos.

Metais - esponja de aço, grampos, clipes, latas de tinta, embalagens aerossol.

Pilhas e Baterias

- As pilhas e baterias, quando estão junto com o lixo, liberam componentes tóxicos que contaminam o solo, os cursos d'água e os lençóis freáticos, afetando a flora, a fauna e o ser humano.
- Leve esse material para a usina de triagem, que lá ele será encaminhado para o local correto.

NÃO JOGUE PILHAS E BATERIAS NO LIXO!