

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM
TRANSPORTES**

**O PLANEJAMENTO DO PROCESSO LOGÍSTICO PARA COLETA
SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

EDUARDO GICOS DE ANDRADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,
para obtenção do título de Tecnólogo em Curso de
Logística: ênfase em transportes

Botucatu - SP
Junho - 2005

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM
TRANSPORTES**

**O PLANEJAMENTO DO PROCESSO LOGÍSTICO PARA COLETA
SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

EDUARDO GICOS DE ANDRADE

Orientador: Prof. Luís Fernando Nicolosi Bravin

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,
para obtenção do título de Tecnólogo em Curso de
Logística: ênfase em transportes.

Botucatu - SP
Junho - 2005

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Prefeitura Municipal de Botucatu pela oportunidade, confiança e suporte financeiro na realização do presente trabalho junto a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e seu secretário Genivaldo Cassimiro da Silva; a coordenadora do Programa Mão a Mão – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de Botucatu, Ana Maria Silva D’Arcadia, que prontamente acolheu o presente estudo, viabilizando todo e qualquer tipo de pesquisa, inclusive em municípios que desenvolvem coleta seletiva; aos cooperados da Cooperativa de Agentes Ambientais de Botucatu: Alcides Fernandez, Alderice, Alessandra, Alexandre, Sr.Antônio, Dona Cacilda, Denise, Eduardo, Dona Elisa, Emerson, Dona Genilda, Ivanilda, Sr.Joaquim, Zé Carlos, Josefa, Laércio, Dona Laurinda, Dona Marfisa, Mariazinha, Maria Campos Rosa, Maria de Fátima, Sr.Reinaldo, Rosa Miguel, Rubens, Sandra e Valdeir, gente humilde e vigorosa que atenderam as exigências do árduo trabalho de coleta e confiaram na realização da mesma, implantando até o presente momento a coleta seletiva no Setor Norte de Botucatu, base do desenvolvimento desta pesquisa; aos secretários das Secretarias Municipais do Meio Ambiente, Saúde, Educação, Obras, Comunicação, Planejamento, Assistência Social, Departamento Jurídico e seus respectivos funcionários, que de forma direta e indiretamente trouxeram clareza e conhecimento para realização do projeto; aos delegados do Orçamento Participativo, que confiaram no programa designando recurso financeiro para seu funcionamento e todos aqueles que contribuíram para a formação deste trabalho.

Vale ressaltar os camaradas do curso de Logística, que ao longo de três anos engrandeceram e enriqueceram a cultura deste autor, em especial, Hama, André, Roberto, Rafael, Diego, Evandro e Picth; ao professor, orientador e amigo Luis Fernando Bravin, que prontamente atendeu a quaisquer dúvidas e problemas para o desenvolvimento do trabalho.

Em especial, dedico este trabalho aos meus pais, Emilio e Elza, que sempre souberam, com inteligência, humildade e disciplina passar os conhecimentos e conduta para formação deste autor.

Obrigado.

APRESENTAÇÃO

Os brasileiros geram em torno de 120 mil toneladas por dia de lixo e, apenas um terço deste lixo é depositado em aterros controlado, outros dois terços são disputados por catadores em condições humilhantes e desumanas. São mais de 300 mil pessoas, no Brasil, vivem informalmente do lixo.

A geração de lixo urbano é sem dúvida um dos grandes problemas atuais e do futuro da humanidade. Estima-se a geração de meio quilo por dia de resíduos no planeta, isto significa mais de 3 milhões de toneladas por dia no mundo. O homem sem saber direito o que fazer com os restos de seu consumo, acaba por depositar em lixões a céu aberto, contaminando os lençóis freáticos e a atmosfera e toda a vida no entorno.

Já foi provado cientificamente que a reciclagem dos resíduos sólidos é viável economicamente, gerando trabalho e renda a milhões de pessoas e sua adoção deixou de ser econômica para se tornar ecológica.

Dentro de uma proposta sócio-ambiental do governo municipal de Botucatu, a Secretaria do Meio Ambiente, em parceria com as secretarias de Saúde, Obras, Assistência Social, Comunicação, Planejamento, Educação, Departamento Jurídico, Orçamento Participativo e outros setores da sociedade, vem coordenando a Implantação de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, conforme as diretrizes do Programa Nacional Lixo & Cidadania.

Entre estas diretrizes encontra-se o desenvolvimento do Programa Mão a Mão, Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de Botucatu. Este programa vem se desenvolvendo desde 2001, e está sendo criado a partir de iniciativas já existentes na cidade e da troca de experiências com outros municípios.

Seu objetivo é mudar a consciência e os hábitos dos cidadãos de Botucatu através de seu envolvimento desde o planejamento até a implementação do programa, reinserindo socialmente os catadores de resíduos e diminuindo o impacto ambiental no aterro sanitário municipal.

As etapas têm sido gradativamente construídas em conjunto com as Secretarias e demais parceiros, inserindo capacitações e avaliações periódicas por meio de metodologias participativas e discussões constantes.

Como atividades principais, destacam-se as entrevistas com os catadores – ora chamados de agentes ambientais -, as capacitações, a implantação da Coleta Seletiva (gradativamente nos setores Norte, Leste, Oeste, Sul e Central do município de Botucatu), a adequação do espaço escolhido para a Central de Triagem, a instauração do Fórum Municipal Lixo & Cidadania, a instauração progressiva de diferentes projetos de coleta de resíduos em todo o município, as campanhas constantes de esclarecimento e envolvimento da população e a criação do Centro Comunitário como forma de emancipação destes agentes.

O Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva, dentro do Programa Mão a Mão – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, onde o Projeto Piloto se deu no Setor Norte do município, este dividido em 5 regiões e abrangendo 53 bairros e vilas, totalizando aproximadamente, 29 mil habitantes, é à base do desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

Esta é a proposta deste trabalho, facilitar a visualização dos retornos tanto econômicos quanto ecológicos, conseguidos com a reciclagem de resíduos sólidos urbanos juntamente com os conceitos logísticos para coleta seletiva e todo seu processo produtivo, administrativo e mercadológico.

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
1 Setoriamento do Município de Botucatu.....	33
2 Setor Norte de Botucatu.....	37
3 Caminhões de Coleta Projeto Vira Lata, São Paulo.....	38
4 Projeto Piloto – Região 10.....	41
5 Silo de Recepção – Botucatu.....	42
6 Carrinho de Coleta Manual.....	43
7 Big Bag – Segurança e Acondicionamento.....	44
8 Big Bag – Armazenagem e Movimentação.....	45
9 Prensa Enfardadeira Horizontal.....	46
10 Balança Mecânica 1000 kg.....	47
11 Carro 4 Rodízios para Movimentação Interna.....	48
12 Mesa de Triagem.....	48
13 Tambor para Coleta de Vidros.....	49
14 EPI's – Equipamento de Proteção Individual.....	50
15 Caminhão Gaiola para Coleta Seletiva.....	52
16 Material Coletado.....	58
17 Porcentagem Coletada.....	59
18 Renda Gerada.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1 Planejamento da Coleta Seletiva – 1ª Fase: Diagnósticos.....	30
2 Planejamento da Coleta Seletiva – 2ª Fase: Planejamento.....	31
3 Planejamento da Coleta Seletiva – 3ª Fase: Implantação	31
4 Planejamento da Coleta Seletiva – 4ª Fase: Operação e Monitoramento.....	32
5 Planejamento da Coleta Seletiva – 5ª Fase: Análise de Benefício.....	32
6 Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos E Renda – Setor Oeste.....	34
7 Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos E Renda – Setor Leste.....	34
8 Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos E Renda – Setor Sul.....	35
9 Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos E Renda – Setor Norte.....	35
10 Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos E Renda – Setor Central	35
11 Materiais e Dimensões – ACAPEL, São Manuel.....	39
12 Planejamento de Equipamentos.....	45
13 Dimensionamento de Frota.....	51
14 Planejamento de Mão-de-Obra.....	53
15 Definição de Mão-de-Obra.....	53

SUMARIO

	Página
Agradecimentos.....	III
Apresentação.....	IV
Lista de Figuras.....	VI
Lista de Tabelas.....	VII
Resumo.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 HISTÓRICO.....	03
3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	05
3.1 Definição de Lixo ou Resíduos Sólidos e Rejeitos.....	05
3.2 Origem e Classificação dos Resíduos Sólidos.....	05
3.2.1 Resíduos Sólidos Domiciliares.....	06
3.2.2 Resíduos Sólidos Industriais.....	06
3.2.3 Resíduos Sólidos Comerciais.....	06
3.2.4 Resíduos Sólidos Agrícolas.....	07
3.2.5 Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde e Hospitalar.....	07
3.2.6 Resíduos Sólidos de Construção e Demolição.....	07
3.2.7 Tópicos Especiais.....	08
3.2.7.1 Pneus.....	08
3.2.7.2 Lâmpadas Fluorescentes.....	08
3.2.7.3 Pilhas e Baterias.....	09
3.3 Características dos Resíduos Sólidos.....	09
3.4 Diagnóstico de Geração Percapita de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Botucatu.....	10
3.5 Sistema de Resíduos Sólidos Urbanos.....	11

3.6 A Destinação Resíduos Sólidos Urbanos.....	12
3.6.1 Lixões.....	12
3.6.2 Aterro Controlado.....	13
3.6.3 Aterro Sanitário.....	13
3.6.4 Compostagem.....	13
3.6.5 Incineração.....	14
3.6.6 Pirólise.....	14
3.6.7 Reciclagem.....	15
3.7 Reciclagem e o Conceito de Logística Reversa.....	15
3.8 Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos.....	17
3.9 O Mercado para Reciclagem e a Economia de Recursos Naturais.....	18
3.9.1 Papel de Escritório.....	18
3.9.1.1 Ciclo da Reciclagem.....	19
3.9.2 Papel Ondulado.....	19
3.9.3 Embalagem Cartonada – Longa Vida.....	20
3.9.4 Plástico Filme.....	21
3.9.5 Plástico Rígido	22
3.9.6 PET.....	22
3.9.7 Latas de Alumínio.....	23
3.9.8 Latas de Aço.....	23
3.9.9 Vidro.....	24
3.10 Educação Ambiental.....	24
3.11 Dimensionamento da Coleta Seletiva.....	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
5 DESENVOLVIMENTO.....	29

5.1 Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos.....	32
5.2 A Escolha do Setor.....	33
5.3 Visitas-Técnicas.....	37
5.3.1 Projeto Vira-Lata.....	37
5.3.2 ACAPEL – Associação dos Catadores de Papel e Papelão, São Manuel.....	38
5.3.3. Usina de Triagem e Compostagem, Lençóis Paulista.....	39
5.4 Projeto Piloto – Região 10 do Setor Norte.....	40
5.5 Planejamento de Equipamentos e Mão-de-Obra.....	41
5.5.1 Silo de Recepção para Materiais Recicláveis.....	41
5.5.2 Carrinhos de Coleta Manual.....	42
5.5.3 Big Bag’s.....	43
5.5.4 Prensa Enfardadeira.....	45
5.5.5 Demais Equipamentos.....	47
5.5.6 Veiculo para Coleta Seletiva.....	50
5.5.7 Planejamento de Mão-de-Obra.....	52
5.6 Capacitação dos Agentes Ambientais.....	54
5.6.1 Plásticos.....	54
5.6.2 Vidros.....	56
5.6.3 Papel e Papelão.....	57
5.6.4 Metal.....	58
5.7 Materiais Coletados.....	58
6 CONCLUSÃO.....	61
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

RESUMO

Procurando a abrangência do maior número de tópicos envolvidos ao sistema logístico atual utilizado e buscando dados que melhor representem a realidade atual do processo de coleta seletiva, este trabalho demonstra o processo logístico para a coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos, tendo como base do desenvolvimento o Projeto Piloto do Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos dentro do Programa Mão a Mão – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de Botucatu.

O primeiro conceito avaliado diz respeito ao diagnóstico de geração percapita de resíduos sólidos no município de Botucatu, item primordial para viabilidade econômica do projeto de coleta seletiva, enfocando conceitos logísticos para definição do modelo de coleta, análise das regiões a serem contempladas com a coleta, dimensionamento de equipamentos, máquinas e mão-de-obra (estes denominados agentes ambientais), periodicidade da coleta porta a porta, definição do layout para a Central de Triagem e o sistema do processo produtivo de triagem e enfiamento dos materiais recicláveis.

Seguindo e compondo o conceito avaliado, a participação da população com a conscientização da destinação final dos resíduos, item de extrema necessidade para o sucesso do processo de coleta seletiva, tem como resultado a diminuição do impacto ambiental no aterro sanitário municipal e a viabilidade econômica.

Já os procedimentos de movimentação externa e interna, apresentam a frota atual destinada para a coleta, as características e informações sobre a mesma, o dimensionamento da frota necessária de acordo com o volume e peso a ser manuseado e a capacidade de movimentação de acordo com os equipamentos disponíveis, a relação desses equipamentos utilizados e particularidades encontradas, visando sempre a otimização do fluxo e diminuição dos custos neles agregados.

A otimização do espaço para estocagem dos diferentes materiais recicláveis e os métodos para o mesmo, citando a capacidade e áreas destinadas a cada tipo de material, seja ela de matéria-prima ou produto final, visando os custos relacionados a esses procedimentos, os equipamentos utilizados e detalhes das estruturas adotadas.

Os processos descritos e utilizados até o momento contribuíram para a coleta de mais de 200 toneladas de materiais recicláveis, transformando aproximadamente 180

caminhões de resíduos destinados ao aterro sanitário em geração de renda para 30 agentes ambientais.

1- INTRODUÇÃO

Para realização e formação da proposta de implantação da coleta seletiva no município de Botucatu, buscou-se a maior abrangência possível dentro do universo de dados e informações encontradas.

Com uma infinidade de variáveis, o processo de coleta seletiva demonstrou a complexidade da chamada indústria do lixo e, as medidas e valores adotados procuraram representar a realidade encontrada de forma fiel e verdadeira. Para expressar os diferentes itens encontrados, foram adotados médias e valores que reproduzem as informações obtidas.

Devido a essa complexidade, aliada a expectativa de aceitação na mudança de hábito da população acostumada com a cômoda coleta tradicional do lixo, inicialmente procurou-se diagnosticar a geração de resíduos sólidos urbanos do município. Em seguida, o conceito avaliado diz respeito ao planejamento do processo de coleta seletiva do Programa Mão a Mão - Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de Botucatu.

Tratado com austeridade, competência e qualidade, dentro de uma política expansionista de conscientização e interdependência popular, tende em médio prazo

diminuir os custos empregados no setor de saneamento e da saúde pública em relação ao lixo, com a racionalização de sua estrutura e a ampliação de suas atividades dentro do programa.

Atualmente, de total incumbência da administração municipal a atividade de reger a destinação final do lixo, deliberando verba demasiada para terceirização de coleta tradicional e estrutura ambiental necessária aos aterros sanitários, pode proporcionar significativas economias de escala, se dividido essa responsabilidade com a comunidade que participa na busca de soluções para a preservação do meio ambiente.

Com enfoque no processo logístico à estratégia operacional, administrativa e mercadológica, visando aproveitar toda a potencialidade do segmento, junto com parcerias para estruturação das centrais de triagem, tem como proposta a auto-suficiência nas operações das cooperativas de agentes ambientais destinadas a coleta seletiva em médio prazo.

2- HISTÓRICO

O município de Botucatu está situado na região centro-sul do estado de São Paulo, com uma área de 1.434 km² e uma população de 115.000 habitantes, dos quais 111.000 estão na área urbana. Encontra-se na Bacia Hidrográfica do Tietê Médio Superior; altitude de 700 a 940 metros e de 400 a 500 metros no topo e no front da cuesta. O clima predominante no município, segundo os critérios adotados por Koppen, é Cfa, clima mesotérmico (temperado), região constantemente úmida, tendo quatro ou mais meses com temperaturas médias superiores a 10°C, cuja temperatura do mês mais quente é igual ou superior a 22°C; índice médio pluviométrico anual de 1.516,8mm. É um dos nove municípios situados na área de proteção ambiental – APA – Corumbataí-Botucatu-Tejupá, unidade de conservação de uso sustentável e em fase de regulamentação, o que garante a exploração socialmente justa e economicamente viável do ambiente em consonância à preservação de seus recursos naturais. Faz parte também do Pólo Cuesta, que congrega dez municípios com o objetivo de desenvolver o turismo na região e do CEDEPAR, Consórcio de Estudos, Recuperação e Desenvolvimento Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, composto por três municípios.

Quanto ao impacto ambiental dos resíduos sólidos urbanos, são geradas, diariamente, em torno de 80 toneladas, cujo destino final é o Aterro Sanitário Municipal. Destes, temos 70% de matéria orgânica, 25% de material reciclável e 5% de rejeitos. O destino correto destes resíduos pode diminuir seu impacto na região, vastamente abastecida por mananciais, fazendo parte inclusive da área de recarga do Aquífero Guarani.

Mesmo estando o município totalmente servido pela coleta convencional, existe uma alta incidência de catadores, estando 120 cadastrados nas Secretarias de Assistência Social e Saúde. Vivem do comércio de material reciclável e atuam de forma autônoma, ficando vulneráveis aos atravessadores, o que diminui seus rendimentos.

A construção do Programa através do conhecimento dos trabalhos já existentes no município, o estabelecimento de estratégias de construção conjunta e estreitamento das relações entre equipe coordenadora e comunidade e a previsão de retorno financeiro para os envolvidos se mostram como meios para garantir a sustentabilidade do trabalho.

O envolvimento da comunidade através da construção conjunta desde o início do Programa, a criação do Fórum Lixo & Cidadania e de capacitações periódicas garante a continuidade do trabalho independente da gestão vigente no governo municipal.

A divulgação periódica e pensada a partir da experiência dos diversos parceiros busca a sustentabilidade e a mudança de paradigma de consumo da população do município.

Implantar um Processo Logístico para Coleta Seletiva através de construção conjunta com a sociedade, visando a reinserção social dos catadores e a mudança de consciência e de hábitos da população de Botucatu, diminuindo conseqüentemente o impacto ambiental da destinação de resíduos no aterro sanitário municipal, constitui-se numa solução para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos do município.

3- REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1 Definição de Lixo ou Resíduos Sólidos e Rejeitos

LAJOLO, et al (2003) conceitua que o lixo é normalmente conhecido como tudo aquilo que não presta mais. Tecnicamente, é composto de restos das atividades humanas considerados inúteis, indesejáveis ou descartáveis por seus geradores, apresentando sob o estado sólido, semi-sólido ou semilíquido.

Já LEÃO, (2005), analisa o lixo como todo produto que está fora de seu devido lugar, por um determinado período de tempo.

Quanto a rejeitos, PHILIPPI JR, et al (2005) denomina todos os resíduos que não tem aproveitamento econômico por nenhum processo tecnológico disponível e acessível.

3.2 Origem e Classificação dos Resíduos Sólidos

Segundo ABNT (1987), a origem de resíduos nos estados sólidos e

semi sólidos, que resultam de atividades da comunidade são: industriais, domésticos, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição.

Completa ainda CNUMAD (1997), que os resíduos sólidos compreendem todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção.

Os resíduos sólidos são classificados como:

3.2.1 Resíduos Sólidos Domiciliares:

JARDIM, et al (1995) exemplifica resíduos sólidos domiciliares como aquele originado da vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (tais como, cascas de frutas, verduras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contém, ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos.

PHILIPPI JR, et al (2005) classifica os resíduos sólidos domiciliares como aqueles gerados nos lares ou que, quando gerados em outras atividades, possuem características compatíveis com os gerados nos lares. Predominam os restos orgânicos e outros materiais não perigosos, recicláveis ou não.

3.2.2 Resíduos Sólidos Industriais:

JARDIM, et al (1995) cita, o lixo industrial é bastante variado, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plástico, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros e cerâmicas etc. Nesta categoria, inclui-se a grande maioria do lixo considerado tóxico.

Conforme PHILIPPI JR, et al (2005), os resíduos industriais são gerados tanto no processo produtivo quanto nas atividades auxiliares, como manutenção, operação da área de utilidades, limpeza, obras e outros serviços.

3.2.3 Resíduos Sólidos Comerciais:

JARDIM, et al (1995) conclui que o lixo destes estabelecimentos e serviços tem um forte componente de papel, plásticos, embalagens diversos e resíduos de asseio dos funcionários, tais como, papel toalha, papel higiênico etc.

De acordo com PHILIPPI JR, et al (2005) os resíduos comerciais são gerados em estabelecimentos de comércio e prestação de serviço, tais como lojas, escritórios, bares e restaurantes. Em geral possuem características compatíveis com os resíduos domésticos, embora sua composição possa ter proporções diferentes dos materiais.

3.2.4 Resíduos Sólidos Agrícolas:

Determina JARDIM, et al (1995), os resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita etc.

Já PHILIPPI JR, et al (2005) define os resíduos de embalagens vazias de agrotóxico são uma fonte potencial de problemas e de contaminação, devido à toxicidade dos produtos químicos que contem. A legislação brasileira estabelece condições específicas para destinação, responsabilizando o usuário, o comerciante e o fabricante pelo correto manejo.

3.2.5 Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde e Hospitalar:

Segundo JARDIM, et al (1995), constituem os resíduos sépticos, ou seja, que contem ou potencialmente podem conter germes patogênicos. São produzidos em serviços de saúde, tais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde etc. São agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de cultura e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazo de validade vencidos, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raios-X etc.

3.2.6 Resíduos Sólidos de Construção e Demolição:

JARDIM, et al (1995) declara a origem dos resíduos de construção

civil: os de demolições e restos de obras, solos de escavações etc. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento.

PHILIPPI JR, et al (2005) analisa que os resíduos de construção civis têm provocado inúmeros problemas nas cidades. O manejo inadequado além de gerar abrigos para vetores, pode causar acidentes e incômodos ao transito de veículos. Recentemente a Resolução 307/02 do CONAMA regulamentou a classificação e a priorização do reuso e reciclagem desse tipo de resíduos (CONAMA 2002).

3.2.7 Tópicos Especiais

PHILIPPI JR, et al (2005) destaca alguns tipos de resíduos, por suas características ou pelo tratamento específico dado pela legislação:

3.2.7.1 Pneus

Resíduos de pneus, compostos pela própria carcaça inutilizada, incomodam principalmente pelo seu grande volume, pela possibilidade de acumular água gerando criadouros de mosquitos, e pelos fumos que liberam em caso de incêndio.

A Resolução 258/99 do CONAMA atribui aos fabricantes e importadores de pneus a responsabilidade pela coleta e destinação, estabelecendo inclusive metas quantitativas progressivas (CONAMA 1999 b).

3.2.7.2 Lâmpadas Fluorescentes

Essas lâmpadas contem vapor de mercúrio (Hg), e apesar de ser reconhecidamente um resíduo perigoso, vêm sendo na maioria das vezes descartadas como resíduos comuns. No Brasil ainda não existem empresas capazes de processar esses resíduos em quantidade suficiente para atender a todo mercado.

Os outros componentes da lâmpada (vidro e terminais metálicos) podem ser reciclados, respectivamente para produção de fritas para esmalte cerâmico e para produção de novas peças metálicas por fusão.

3.2.7.3 Pilhas e Baterias

Esses materiais contem quantidades variadas de metais pesados. A resolução 257/99 do CONAMA estabeleceu limites de conteúdo de mercúrio, cádmio e chumbo para estabelecer as fontes consideradas perigosas das não perigosas, e ainda estabeleceu a responsabilidade do produtor e do importador pela coleta e destinação dos resíduos (CONAMA, 1999 a).

3.3 Caracterização dos Resíduos Sólidos

Os resultados obtidos na caracterização dos RSU de um município, segundo GOMES, (1989) poderão ser comparados com os de outro local, ou até mesmo servirem como base para comunidades onde ainda não se tenha realizado esta caracterização, sendo que a utilização da composição física dos resíduos de outra cidade, só é válida quando as populações, e os próprios municípios, possuem características muito semelhantes; GOMES (1989) recomenda que se utilize estes dados, copiados, em uma fase preliminar, partindo posteriormente para caracterização dos resíduos da cidade e somente depois, de posse destes resultados, é que se deve dar continuidade ao projeto.

Quando se realiza a caracterização dos RSU (resíduos sólidos urbanos) em um município, dita STECH, (1990), deve-se definir bem o objetivo desta caracterização. Normalmente, o principal objetivo é definir a forma de disposição final dos RSU gerados em uma determinada comunidade; ou avaliar a implantação de algum sistema de tratamento de resíduos, viabilizando o aproveitamento do material orgânico (compostagem) e do inorgânico (coleta seletiva); estas caracterizações são feitas no destino final dos RSU.

De acordo com JARDIM, et al (1995) as características dos RSU são influenciadas por vários fatores como: número de habitantes, poder aquisitivo, nível educacional, hábitos e costumes da população; condições climáticas e sazonais; as mudanças na política econômica de um país também são causas que influenciam na composição dos resíduos sólidos de uma comunidade.

Finalizando, PHILIPPI JR., et al (2005) sustenta que os padrões de

consumo são formas de extração de recursos naturais, processamento, uso e descarte dos resíduos. Esses padrões mudam de acordo com a cultura, o porte da cidade, as atividades econômicas e os recursos tecnológicos disponíveis.

Nas cidades maiores, por exemplo, cresce o uso de alimentos superprocessados e de embalagens descartáveis, uma vez que mais pessoas moram sozinhas e tem menos tempo disponível para tarefas domésticas, como cozinhar e lavar louça. Isso diminui a presença de materiais orgânicos como cascas de frutas e legumes nos resíduos domiciliares, já que esses resíduos foram produzidos nas indústrias de processamento de sucos, sopas e molhos. No entanto, aumenta o número de embalagens de alumínio, plásticos e multicamada, que garantem a conservação dos alimentos no sistema de distribuição, comercialização e armazenamento em nossas casas.

No caso da construção civil, a tendência de demolição de casas térreas e sobrados antigos para construção de edifícios altos provoca a concentração da geração de resíduos em áreas menores, ao mesmo tempo em que cria a necessidade de espaços para armazenar resíduos. Por outro lado, os edifícios não estão equipados para facilitar a separação dos resíduos recicláveis, o que é um padrão de consumo que dificulta soluções mais elaboradas e ambientalmente mais sustentáveis, como a coleta seletiva e a compostagem.

3.4 Diagnóstico de Geração Per Capita de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Botucatu

OLIVEIRA, et al (1999) ensina, a caracterização física foi feita separando-se o material inorgânico do orgânico, sendo os materiais colocados em caixas de plástico duro (engradados de garrafas sem as divisórias), com tara conhecida.

Os resíduos sólidos urbanos foram divididos em: Papel/papelão, Metal (alumínio e aço), Plástico (filme, PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS e outros), Vidro, Embalagens longa vida, Matéria Orgânica e Outros.

A porcentagem de matéria orgânica (resíduo facilmente degradável) encontrada foi de 74,11%, ou seja, 14,1% a mais que a média brasileira (60%). Justifica-se esta diferença o fato de se ter considerado, na caracterização, materiais como: papel/papelão úmidos, material higiênico, resto de capina e outros materiais orgânicos de difícil separação.

A porcentagem de matéria inorgânica encontrada foi de 22.6% e a porcentagem de outros encontrada foi de 3,2%. Neste componente a porcentagem depende muito do que é considerado como outros, neste caso específico, outros foram considerados como têxteis, pneus e materiais de difícil identificação.

A população de Botucatu, com 115 mil habitantes produz, em média 80 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia (2.400 toneladas por mês), representando uma produção per capita de 695g/hab/dia, confirma OLIVEIRA (2005).

FUZARO, et al (2002) explica que o conhecimento da composição dos resíduos possibilita verificar quais materiais entram em sua constituição e em que percentual ocorrem, permitindo inferir sob a viabilidade da implantação da coleta diferenciada dos produtos recicláveis, bem como, em caso afirmativo, definir as dimensões das instalações necessárias, a equipe de trabalho e os equipamentos envolvidos, além de estimar-se receitas e despesas decorrentes.

A caracterização quantitativa dos resíduos basicamente constitui-se na determinação dos materiais presentes no lixo do percentual em que os mesmos ocorrem.

PHILIPPI JR., et al (2005) especifica que as características dos resíduos sólidos determinam a classificação dos resíduos e, conseqüentemente, a forma de manuseio e operação. Algumas das características importantes são:

- a) Densidade aparente, medida em unidade de massa por unidade de volume;
- b) Umidade, em porcentagem de massa;
- c) Composição qualitativa, que corresponde à lista dos materiais e substâncias de interesse presente nos resíduos;
- d) Composição quantitativa, que corresponde à quantidade percentual de materiais ou à quantidade massa/massa de substâncias de interesse;
- e) Caracterização química, que corresponde à quantificação dos elementos químicos presentes ou ao comportamento do resíduo submetido a testes químicos específicos, como lixiviação, solubilização e combustão.

3.5 Sistema de Resíduos Sólidos Urbanos

Afirma PHILIPPI JR., et al (2005), os sistemas de resíduos sólidos

constituem conjuntos ordenados de estruturas e serviços cujo objetivo é solucionar o manejo e a destinação de resíduos de forma sanitária e ambientalmente segura e viável do ponto de vista econômico. As atividades básicas do sistema são a coleta, o acondicionamento, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos.

Alerta ainda PHILIPPI JR., et al (2005) que a maioria dos municípios brasileiros não dispõe de infra-estrutura adequada para seu manuseio. Nos municípios que tem soluções sanitariamente corretas, essas soluções resumem a coletar os resíduos nas residências e enterra-los. No estado de São Paulo, 78% dos municípios dispõem seus resíduos no solo de forma inadequada e somente 10,9% dos resíduos sólidos domésticos gerados são dispostos de forma adequada.

3.6 A Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos

3.6.1 Lixões

A destinação dos resíduos em lixões, como define JARDIM, et al (1995) é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública.

Os resíduos assim lançados acarretam problemas a saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.) geração de maus odores e, principalmente a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume (líquido de cor preta, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos.

Acrescenta-se a essa situação, finaliza JARDIM, et al (1995), o total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se até mesmo a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde e das indústrias. Comumente ainda se associam aos lixões os fatos altamente indesejáveis, como a criação de porcos e a existência de catadores (os quais, muitas vezes, residem no próprio local).

A destinação normalmente dada ao lixo brasileiro, completa LAJOLO, et al (2003), os lixões, está longe da legalidade e do que é recomendado por tratados

internacionais.

3.6.2 Aterro Controlado

Já aterro controlado, define JARDIM, et al (1995), é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e a sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Essa forma de disposição produz, em geral, poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõem de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistema de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados.

3.6.3 Aterro Sanitário

Para JARDIM, et al (1995), aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a confinamento segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública.

Os aterros sanitários, especifica PHILIPPI JR., et al (2005), devem possuir drenos para os líquidos percolados que se formam na decomposição natural de matéria e impermeabilização adequada para evitar a contaminação dos aquíferos. Também precisam dispor de drenos para escoamento dos gases que se formam no processo de fermentação da matéria orgânica. A operação deve incluir compactação do lixo e cobertura diária dos resíduos com terra, que ajuda a evitar a emissão de maus odores e o crescimento de vetores. Por fim, eles devem ter um sistema de drenagem de águas pluviais e tratamentos adequados para o chorume, e também sistemas de monitoramento de lençol freático.

3.6.4 Compostagem

Já a compostagem, segundo LAJOLO, et al (2003), é um processo

controlado de decomposição, desenvolvido por microorganismos específicos e que trata e estabiliza resíduos para a produção de fertilizante orgânico, melhorando as características físico-químicas do solo. Seu papel no solo é mais como condicionador do que como fertilizante, melhorando a capacidade do solo de reter umidade e facilitando o desenvolvimento das raízes.

Ainda LAJOLO, et al (2003), define compostagem, os resíduos como sobras de alimentos do lixo domiciliar, das feiras, dos restaurantes, bem como restos de poda e capina também podem ser reaproveitados comercialmente, considerando-se, especialmente, que mais da metade do peso do lixo brasileiro é matéria orgânica.

3.6.5 Incineração

A incineração constitui um processo de redução de peso e volume dos resíduos por intermédio de queima controlada, segundo PHILIPPI JR., et al (2005). Os resíduos são reduzidos a cinzas, que representam de 5 a 15% do peso inicial. Os agentes patogênicos são destruídos, por isso ela é muito utilizada para tratamento de resíduos de serviços de saúde pública, já que essa solução destrói também diversos compostos químicos tóxicos presentes. Alguns incineradores são projetados de modo a permitir o aproveitamento do calor da queima para produção de energia elétrica. Uma das desvantagens desse processo está no risco de produção e emissão de dioxinas e furanos, substâncias tóxicas e cancerígenas, que se emitidas com os gases da queima, podem depositar-se no solo, entrar na cadeia alimentar via vegetais e provocar danos ambientais graves.

3.6.6 Pirólise

Outro método de destinação do lixo, conforme PHILIPPI JR., et al (2005), é a pirólise. A pirólise é uma decomposição física e química por ação térmica na ausência de oxigênio, a temperaturas de 500 a 1.000 °C, que resulta na produção de gases e óleos combustíveis, alcatrão, sulfato de amônia e carvão. Tem pouca aplicação no Brasil e precisa ser aperfeiçoada tecnológica e economicamente.

3.6.7 Reciclagem

Finalmente, reciclagem é a recuperação de materiais por meio de processamento industrial, como define LAJOLO, et al (2003) para a produção de um bem que pode ou não ser do mesmo tipo ou ter a mesma função que o original. Sua definição aplica-se principalmente ao material pós-consumo, ou seja, aquele que saiu da fábrica, foi comercializado e descartado.

PHILIPPI JR., et al (2005) completa, a reciclagem de resíduos possibilita que materiais considerados resíduos para o gerador passem a ser matérias-primas secundárias para outro indivíduo e para a sociedade como um todo. A reciclagem difere da reutilização porque exige um maior grau de processamento, excedendo a simples triagem e limpeza do material.

3.7 Reciclagem e o Conceito de Logística Reversa

A reciclagem, no entanto, não pode ser vista como a principal solução para o lixo. É uma atividade econômica que deve ser encarada como um elemento dentro de um conjunto de soluções. Estas são integradas no gerenciamento do lixo, já que nem todos os materiais são técnica ou economicamente recicláveis.

A separação de materiais do lixo aumenta a oferta de materiais recicláveis. Entretanto se não houver demanda por parte da sociedade, de produtos recicláveis, o processo é interrompido, os materiais abarrotam os depósitos, e por fim, são aterrados ou incinerados como rejeitos.

Antes de uma prefeitura decidir se vai estimular ou implantar a segregação de materiais, visando a sua reciclagem, é importante verificar se existe na região esquema através dos quais possa haver escoamento desses materiais, analisa JARDIM, et al (1995). A análise de mercado ditará quais os produtos do lixo que poderão ser recicláveis industrialmente. Sempre que possível, a venda dos materiais recicláveis deve ser feita para varias empresas. Essa é a maneira de promover a competitividade de preços entre os compradores.

É importante lembrar que existe uma sazonalidade de preços para a

venda, e que esta não é igual para todos os tipos de material. Por isso, indica-se o planejamento dos estoques de materiais.

Para AGUIAR (2005), a redução do ciclo de vida dos produtos e devido ao alto custo de reparos desses bens, e entre outros motivos, aumentou-se a quantidade de resíduos sólidos, e assim pode-se verificar o esgotamento das capacidades dos sistemas tradicionais de disposição final. Para STOCK (1998): “logística reversa se refere ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura...”.

Os canais de distribuição reversa (CDRs) podem ser divididos em 2:

1. Pós-consumo – são produtos originados no descarte de produtos após finalizada sua utilidade original. Destacam-se 2 subsistemas:

- Canais reversos de reciclagem, e;
- Canais reversos de reuso.

2. Pós-venda – são constituídos pelas diferentes formas e possibilidades de retorno de uma parcela de produtos, que fluem ao sentido inverso LEITE (2003).

O estudo da logística reversa, neste caso, consistiu em determinar a localização adequada e a capacidade dos centros regionais de recuperação (CRR), considerando investimentos e custos de processamento e transportes.

A natureza do processo de logística reversa, ou seja, quais as atividades que serão realizadas dependem do tipo de material e do motivo pelo qual estes entram no sistema, continua LACERDA (2004), da mesma forma que no processo logístico direto, a implementação de processos logísticos reversos requer a definição de uma infraestrutura logística adequada para lidar com os fluxos de entrada de materiais usados e fluxos de saídas de materiais processados. Instalações de processamento e armazenagem e sistemas de transporte devem ser desenvolvidos para lidar de forma eficiente os pontos de consumo onde os materiais usados devem ser coletados até as instalações onde serão utilizados no futuro.

Instalações centralizadas dedicadas ao recebimento, separação, armazenagem, processamento, embalagem e expedição de materiais retornados podem ser uma boa solução, desde que haja escala suficiente.

3.8 Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos

A coleta seletiva, segundo JARDIM, et al (1995), consiste na separação, na própria fonte geradora, dos componentes que possam ser recuperados, mediante um acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes.

A coleta seletiva deve ser baseada no tripé Tecnologia (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), Informação (para motivar o público alvo) e Mercado (para absorção do material recuperado).

A implantação da coleta seletiva em um município, alerta FUZARO, et al (2002), mesmo que envolva em ideais ambientalistas, deve, obrigatoriamente, estar fundamentada em argumentos técnicos sob pena de sofrer interrupções logo após a sua implantação.

A implantação da coleta seletiva é um processo contínuo, o qual é ampliado gradativamente, como diz SIMONETTO, et al (2004). O primeiro passo, diz respeito à realização de campanhas informativas de conscientização junto à população, convencendo-a da importância da reciclagem e orientando-a para que separe o lixo em recipientes para cada tipo de material. Posteriormente, deve-se elaborar um plano de coleta, definindo os equipamentos, veículos, áreas e a periodicidade de coleta dos resíduos. A regularidade e eficácia no recolhimento dos materiais são importantes para que a população tenha confiança e se disponha a participar. Finalmente, é necessária a instalação de unidades de triagem para a limpeza e separação dos resíduos e acondicionamentos dos mesmos para a venda do material a ser reciclado.

Após a coleta, os materiais recicláveis devem ser transportados para a unidade de triagem, equipada com lugares para catação, para que seja feita a separação mais criteriosa dos materiais visando a comercialização dos mesmos. As unidades de triagem devem ser dotadas de prensas para que os materiais recicláveis de menor peso específico (papéis e plásticos) possam ser enfardados para facilitar a estocagem e o transporte dos

mesmos.

A coleta seletiva pode ser feita em sistema de entrega voluntária ou porta a porta, especifica PHILIPPI JR., et al (2005). No primeiro caso, são colocados contêineres em pontos estratégicos ou estabelecem-se instituições para receber os materiais que, em ambos os casos, são levados pela própria população. No segundo caso, os veículos coletores circulam recolhendo os resíduos de casa em casa, como na coleta regular. Nesse caso, a segregação de materiais pode ser efetuada conforme diferentes critérios. Uma das formas mais comuns de segregação divide os resíduos em secos e úmidos, correspondendo os primeiros à fração reciclável.

3.9 Mercado para Reciclagem e a Economia de Recursos Naturais

O CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem (2005)), especifica o mercado nacional de reciclagem de diferentes materiais e a respectiva economia de recursos naturais:

3.9.1 Papel de Escritório

No Brasil, a disponibilidade de aparas de papel é grande. Mesmo assim, as indústrias precisam periodicamente fazer importações de aparas para abastecer o mercado. Quando há escassez da celulose e o conseqüente aumento dos preços do reciclado, as indústrias recorrem à importação de aparas em busca de melhores preços. No entanto, quando há maior oferta de celulose no mercado, a demanda por aparas diminui, abalando fortemente a estrutura de coleta, que só volta a se normalizar vagarosamente. No Brasil, há pouco incentivo para a reciclagem de papel.

A maior parte do papel destinado à reciclagem, cerca de 86%, é gerado por atividades comerciais e industriais.

No Brasil, existem 22 categorias de aparas - o nome genérico dado aos resíduos de papel, industriais ou domésticos - classificados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo e pela Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose. As aparas mais nobres são as "brancas de primeira", que não têm impressão ou

qualquer tipo de revestimento. As aparas mistas são formadas pela mistura de vários tipos de papéis. No Brasil as indústrias consumiram 2,8 milhões de toneladas de papel reciclado.

Nas regiões Sul e Sudeste, onde se concentram as principais indústrias do País, as taxas de recuperação são altas, da ordem de 64% e 44%, respectivamente; e nas demais regiões, de 16%. A qualidade é medida pelas características de suas fibras. A maioria dos papéis de escritório é fabricada a partir de processos químicos que tratam a polpa da celulose, retirada das árvores. Entretanto, papel jornal é feito com menos celulose e mais fibras de madeira, obtidas na primeira etapa da fabricação do papel, e por isso é de menor qualidade. No Brasil, o consumo de papel gira em torno de 7 milhões de toneladas por ano.

Em São Paulo, o papel e papelão corresponderam a 11% do peso do lixo urbano em 2003. Nos Estados Unidos, o papel de escritório constitui 3,3% do lixo.

O papel se degrada lentamente em aterros quando não há contato suficiente com ar e água. Nos Estados Unidos, foram encontrados em aterros jornais da década de 50, ainda em condições de serem lidos.

3.9.1.1 Ciclo da Reciclagem

O papel é separado do lixo e vendido para sucateiros que enviam o material para depósitos. Ali, o papel é enfardado em prensas e depois encaminhado aos aparistas, que classificam as aparas e revendem para as fábricas de papel como matéria-prima. Ao chegar à fábrica, o papel entra em uma espécie de grande liquidificador, chamado "Hidrapulper", que tem a forma de um tanque cilíndrico e um rotor giratório ao fundo. O equipamento desagrega o papel, misturado com água, formando uma pasta de celulose. Uma peneira abaixo do rotor deixa passar impurezas, como fibras, pedaços de papel não desagregado, arames e plástico. Em seguida, são aplicados compostos químicos - água e soda cáustica - para retirar tintas. Uma depuração mais fina, feita pelo equipamento "Centre-cleaners", separa as areias existentes na pasta. Discos refinadores abrem um pouco mais as fibras de celulose, melhorando a ligação entre elas. Finalmente, a pasta é branqueada com compostos de cloro ou peróxido, seguindo para as máquinas de fabricar papel.

3.9.2 Papel Ondulado

O papel ondulado é o material que atualmente mais usa material reciclado no País.

São 77,3% do volume total de papel ondulado consumido no Brasil é reciclado. Nos EUA a recuperação de embalagens de Papelão Ondulado atingiu em 2002 73,9%, com 23.165 mil toneladas de aparas recuperadas.

O papel ondulado, também conhecido como corrugado, é usado basicamente em caixas para transporte de produtos para fábricas, depósitos, escritórios e residências. Normalmente chamado de papelão, embora o termo não seja tecnicamente correto, este material tem uma camada intermediária de papel entre suas partes exteriores, disposta em ondulações, na forma de uma sanfona.

O Brasil tem reciclado 1.95 milhão de toneladas de papel ondulado por ano. A produção nacional de papel ondulado em 2002 foi de 2,1 milhão de toneladas por ano.

Em São Paulo, o papel e o papelão - incluindo o papel ondulado - corresponde a 18.8% do lixo.

Uma tonelada de aparas pode evitar o corte de 10 a 12 árvores provenientes de plantações comerciais reflorestadas. A fabricação de papel com uso de aparas gasta 10 a 50 vezes menos água que no processo tradicional que usa celulose virgem, além de reduzir o consumo de energia pela metade.

3.9.3 Embalagem Cartonada - Longa Vida

A embalagem Longa Vida, também chamada de Cartonada ou Multicamadas, é composta de várias camadas de papel, polietileno de baixa densidade e alumínio. Esses materiais em camadas criam uma barreira que impede a entrada de luz, ar, água, microorganismos e odores externos e, ao mesmo tempo, preserva o aroma dos alimentos dentro da embalagem. Além disso, a Embalagem Cartonada dispensa o uso de conservantes e não necessita de refrigeração, economizando energia da geladeira e de caminhões frigoríficos. O não uso de refrigeração também contribui para a diminuição do uso do gás CFC, um dos responsáveis pela destruição da camada de ozônio; pois este ainda é usado em diversos sistemas de refrigeração. O peso da Embalagem é outro fator importante, pois, para embalar

um litro de alimento, são necessários somente 28 gramas de material, economizando recursos naturais e gasto de combustível durante o transporte.

3.9.4 Plástico Filme

É possível economizar até 50% de energia com o uso de plástico reciclado, fazendo-o voltar como matéria-prima para a fabricação de artefatos plásticos, como conduítes e sacos de lixo.

São 17,5% dos plásticos rígidos e filmes reciclados em média no Brasil, o que equivale a cerca de 200 mil toneladas por ano. Não há dados específicos para o plástico filme. Em média, o material corresponde a 29% do total de plásticos separados pelas cidades que fazem coleta seletiva. A taxa de reciclagem de plástico na Europa há anos está estabilizada em 22%, sendo que em alguns países a prática é impositiva e regulada por legislações complexas e custosas para a população local, diferentemente do Brasil, onde a reciclagem acontece de forma espontânea.

Plástico filme é uma película plástica normalmente usada como sacolas de supermercados, sacos de lixo, embalagens de leite, lonas agrícolas e proteção de alimentos na geladeira ou microondas. O material constitui 42,5% das embalagens plásticas em geral nos Estados Unidos. Nos EUA, 51% dos pacotes e sacos, usados para embrulhar e embalar produtos, são compostos por plástico. Cerca de 44% é papel e 4% é folha de alumínio. A resina de polietileno de baixa densidade (PEBD) e a de polipropileno (PP) são as mais usadas no Brasil, correspondendo cada uma a 23% dos polímeros consumidos no mercado brasileiro de plástico. No Brasil, a produção anual de plásticos em 2001 foi de 3,7 milhões e em 2002 foi de 3,9 milhões.

Cerca de 80% dos sacos e embalagens de plástico filme são produzidas com polietileno e 20% com polipropileno, cloreto de polivinila (PVC) - usado em embalagens de alimentos - e outras resinas. Algumas películas misturam dois ou mais polímeros, podendo criar problemas na hora de seu reaproveitamento industrial, como trincas e perda de resistência mecânica.

Algumas resinas são de difícil identificação a olho nu. A maioria dos métodos de seleção de plásticos para reciclagem se sustenta na observação do material durante

a queima - cor da chama e da fumaça e odor. Para facilitar a identificação dos plásticos, o setor que reúne os fabricantes adota uma padronização com símbolos.

3.9.5 Plástico Rígido

Produção de baldes, cabides, garrafas de água sanitária, conduítes e acessórios para automóveis.

Cerca de 17,5% dos plásticos rígidos consumidos no Brasil retornam à produção como matéria-prima, o que equivale a cerca de 200 mil toneladas por ano. Deste total, 60% provêm de resíduos industriais e 40% do lixo urbano, segundo estimativa da ABREMPLAST (Associação Brasileira de Recicladores de Materiais Plásticos).

O plástico rígido é o material que compõe cerca de 77% das embalagens plásticas no Brasil, usando plástico reciclado, é possível economizar até 50% de energia. São os seguintes os plásticos rígidos mais comuns no mercado brasileiro:

- a) Polietileno tereftalato (PET), usado em garrafas de refrigerantes.
- b) Polietileno de alta densidade (PEAD), consumido por fabricantes de engradados de bebidas, baldes, tambores, autopeças e outros produtos.
- c) Cloreto de polivinila (PVC), comum em tubos e conexões e garrafas para água mineral e detergentes líquidos.
- d) Polipropileno (PP), que compõe embalagens de massas e biscoitos, potes de margarina, utilidades domésticas, entre outros.
- e) Poliestireno (PS), utilizado na fabricação de eletrodomésticos e copos descartáveis. O Cempre dispõe de publicações que facilitam a identificação de cada uma dessas resinas.

3.9.6 PET

Sua reciclagem, além de desviar lixo plástico dos aterros, utiliza apenas 0.3% da energia total necessária para a produção da resina virgem. E têm a vantagem de poder ser reciclado várias vezes sem prejudicar a qualidade do produto final. No caso de embalagem PET de 2 litros, a relação entre o peso da garrafa (cerca de 50g) e o conteúdo é

uma das mais favoráveis entre os descartáveis. Na produção de refrigerantes (produto que consome 80% da resina produzida) o consumo de água é de 2 litros para cada litro de refrigerante. Essa relação, em sistemas de embalagens retornáveis, é de 6,5 litros de água por litro de refrigerante produzido.

3.9.7 Latas de Alumínio

Aproximadamente 89% da produção nacional de latas foi reciclada em 2003. Em 2002, o índice foi de 87%. Os números brasileiros superam países industrializados como Inglaterra e EUA. Em 2002, os Estados Unidos recuperaram 55,4%, a Argentina 52%, a Europa 41% e o Japão reciclou 83% de suas latinhas.

Cada brasileiro consome em média 54 latinhas por ano, volume bem inferior ao norte-americano, que é de 375. Para reciclar uma tonelada de latas gasta-se 5% da energia necessária para produzir a mesma quantidade de alumínio pelo processo primário. Isso significa que cada latinha reciclada economiza energia elétrica equivalente ao consumo de um aparelho de TV durante três horas. A reciclagem evita a extração da bauxita, o mineral beneficiado para a fabricação da alumina, que é transformada em liga de alumínio. Cada tonelada do metal exige cinco de minério. Com um quilo de alumínio reciclado a indústria consegue produzir 62 latas. Com a evolução desse processo já é possível que uma lata de bebida seja colocada na prateleira do supermercado, vendida, consumida, reciclada, transformada em nova lata, envasada, vendida e novamente exposta na prateleira em apenas 33 dias.

3.9.8 Latas de Aço

Cerca de 60% do aço mundial é fabricado a partir de sucata de aço. Os segmentos que mais utilizam o aço para embalagens são os de óleos comestíveis (64%), leite em pó (62%), leite condensado (83%), tintas e vernizes (89%), vegetais (81% - frutas, azeitonas, legumes, palmitos), extrato de tomate (67%) e molho de tomate (66%). Este mercado movimenta R\$ 20 bilhões e o país consome cerca de 25 bilhões de latas e componentes por ano, representando 6% do mercado nacional de embalagens. Quando

reciclado, o aço volta ao mercado em forma de automóveis, ferramentas, vigas para construção civil, arames, vergalhões, utensílios domésticos e outros produtos, inclusive novas latas.

3.9.9 Vidro

O Brasil produz em média 890 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos. Parte deles foi gerado como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta.

Consta 45% das embalagens de vidro são recicladas no Brasil, somando 390 mil ton/ano. Desse total, 40% é oriundo da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, hotéis etc) e 10 % do refugo da indústria.

Usando em sua formulação areia, calcário, barrilha e feldspato, o vidro é durável, inerte e tem alta taxa de reaproveitamento nas residências. A metade dos recipientes de vidro fabricados no País é retornável. Além disso, o material é de fácil reciclagem: pode voltar à produção de novas embalagens, substituindo totalmente o produto virgem sem perda de qualidade. A inclusão de caco de vidro no processo normal de fabricação de vidro reduz o gasto com energia e água. Para cada 10% de caco de vidro na mistura economiza-se 4% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais e a redução de 9,5% no consumo de água.

Em princípio, os cacos encaminhados para reciclagem não podem conter pedaços de cristais, espelhos, lâmpadas e vidro plano usado nos automóveis e na construção civil.

3.10 Educação Ambiental

Segundo JARDIM, et al (1995), a educação ambiental é uma peça fundamental para o sucesso de qualquer programa de coleta seletiva. Essa forma de educação, que neste caso visa ensinar o cidadão sobre o seu papel como gerador de lixo, é principalmente dirigida a escolas, mas sem deixar de abranger a comunidade inteira.

Quando a população fica ciente do seu poder ou dever de separar o lixo, passará a contribuir mais ativamente ao programa. Com isso, haverá um desvio cada vez

maior dos materiais que outrora iam para o aterro e uma economia de recursos.

A informação sobre a realização da coleta seletiva deve ser divulgada regularmente ao público alvo:

- Nas escolas, pode ser vinculada através de cartilhas e atividades lúdicas com sucata;
- Para a população em geral, com ênfase a empregadas domésticas, zeladores etc., precisa ser mais específica abordando, por exemplo, o que deve ser separado; dias e horários de coleta; formas de acondicionamentos etc.;
- Para o público, em geral, prestando contas das receitas, benefícios e metas.

O CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem, comprovou que os programas brasileiros de coleta seletiva que mais investiram em campanhas de educação ambiental são aqueles que tem os menores custos. Isto porque a comunidade, tendo recebido constantes informações dirigidas e criativas sobre reciclagem, passa a encher os caminhões de recicláveis reduzindo assim, o custo por caminhão.

Um dos princípios básicos da educação ambiental sobre o lixo é o conceito dos três Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar.

- **Reduzir:** o cidadão deve aprender a reduzir a quantidade de lixo que gera, quando possível. Deve entender que redução não implica padrão de vida menos agradável. É simplesmente uma questão de reordenar os materiais que usamos dia-a-dia. Uma das formas de se tentar reduzir a quantidade de lixo gerada é combatendo o desperdício de produtos e alimentos consumidos. A partir do momento em que este desperdício resulta em ônus para o Poder Público e para o contribuinte, a redução do volume de lixo significará redução de custos, além de fator decisivo na preservação de recursos naturais. Menos lixo gerado também implicará em estrutura de coleta menor, e também em redução de custos de disposição final;

- **Reutilizar:** existem inúmeras formas de reutilizar os mesmos objetos, até por motivos econômicos. Escrever nos dois lados da folha de papel, usar embalagens retornáveis e reaproveitar embalagens descartáveis para outros fins são apenas alguns exemplos;

- **Reciclar:** a reciclagem forma o terceiro ponto do tripé, sendo a alternativa quando não é mais possível reduzir nem reutilizar.

3.11 Dimensionamento da Coleta Seletiva

O dimensionamento e a programação da coleta estão relacionados à estimativa dos recursos necessários (tipos de veículos e equipamentos a serem utilizados, frota necessária, quantidade de pessoal e à definição de como o serviço será executado frequências, horários, roteiros, itinerários, pontos de destinação), avalia JARDIM, et al (1995). A grande maioria dos municípios brasileiros já possui algum sistema de coleta e transporte do lixo domiciliar.

A tarefa de dimensionar e programar esses serviços podem ser necessários quando se planejam ampliações para áreas não atendidas, bem como quando se identifica a necessidade de reformular os serviços existentes.

O dimensionamento e a programação dos serviços de coleta domiciliar abrangem as seguintes etapas: estimativas do volume de lixo a ser coletado; definição das frequências de coleta; definição dos horários de coleta domiciliar; dimensionamento da frota dos serviços; definição dos itinerários da coleta, conclui JARDIM, et al (1995).

Ao efetuar certos tipos de estudos de planejamento, é comum depararmos com problemas de dimensionamento ou fluxo cuja solução é aparentemente complexa, define PRADO (1999), ou seja:

- Qual a quantidade correta de equipamentos (sejam eles máquinas, ferramentas, veículos, etc) e pessoas;
- Qual o melhor layout e o melhor roteiro de fluxo dentro do sistema que esta sendo analisado.

Isto é, deseja-se que o sistema tenha um funcionamento eficiente ou otimizado. Por otimizado, quer dizer ter um custo adequado e ter usuários satisfeitos com o ambiente ou com o serviço oferecido. Tais estudos são denominados modelagem de sistemas.

4- MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho proposto, os tópicos apresentados foram obtidos através da pesquisa de campo e observações das atividades setoriais.

Utilizando-se de equipamentos simples e softwares avançados de simulação, mapeamento e planilhas, fundamentais para medição de dados e informações adotadas nessa apresentação, buscou-se a maior abrangência possível dentro do universo encontrado.

O auxílio de cronômetro, para eventuais verificações de tempos envolvidos e componentes do produto final; trena métrica, para apuração de volumes e medidas físicas dos resíduos e dos equipamentos para melhor dimensionamento do espaço a ser trabalhado; câmeras fotográficas, registro dos equipamentos, operações e procedimentos efetuados para posterior avaliação; balança, necessário para diagnóstico da geração de resíduos de determinada região e capacidade de carga dos equipamentos; big bag's, embalagem utilizada para dimensionamento do volume das diferentes características físicas dos resíduos coletados, além de proverem maior segurança para o transporte; panfletos, folders, carro de som, mídia escrita e falada, para abordagem e conscientização do público

alvo; mapas e programas informatizados de mapeamento como Geodados (sistema de informação georreferencial), Autocad e para simulação e tomada de decisões utilizou-se o simulador Arena 3.5, itens básicos e fundamentais para registro do itinerário cumprido pelos agentes e dimensionamento da área coberta, além de planilhas do Microsoft Excel, para cálculos e controle de custos e renda.

Sites especializados em reciclagem, de grande valia para maior conhecimento e triagem dos materiais envolvidos e seus possíveis mercados, agregando valor final aos recicláveis.

Dados incluídos de acesso imperceptível foram estimados através de pesquisa operacional, como adesão populacional na separação dos resíduos na região envolvida, além de serem obtidos através de comunicações pessoais, sempre muito bem atendido pelos participantes. De importante contribuição para esta realização.

Com a adição do maior número de dados possíveis e encontrados e, aprofundamento no processo produtivo, obteve-se a idéia e conclusão fundamental e obrigatória para qualquer citação sobre a operação analisada.

Vale ressaltar as orientações e auxílio do professor Luis Fernando Bravim, para pesquisa e aplicações dos conceitos descritos, além do apoio, quando necessário de profissionais de diversos setores e secretarias da Prefeitura de Botucatu, Lençóis Paulista, Tupã, São Manuel, São Paulo, Sorocaba, Unesp/FCA-Botucatu e empresários da indústria do lixo, que responderam sempre que requisitados, apoiando-se em grande experiência e conhecimento dos conceitos discutidos.

A utilização de bibliografia especializada e consultas a matérias ou textos sobre os temas citados são também mencionadas, com maiores detalhes e especificações descritas no capítulo de apresentação do referencial bibliográfico.

5-DESENVOLVIMENTO

O projeto de coleta seletiva vem sendo planejado desde de 2001, com o fechamento do antigo lixão do município e conseqüentemente a proibição de catadores ao redor do mesmo. Esses catadores, pessoas humildes e excluídas do cenário socioeconomicocultural do município, cuja única forma de renda é a obtenção de materiais recicláveis descartados pela população da cidade em forma de lixo, foram cadastrados junto a Secretaria da Assistência Social para subsídios de cestas básicas, entrevistas, treinamento, capacitação e formação da cooperativa de catadores para o início da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos.

No início de 2004, fora definido o planejamento do Programa Mão a Mão – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de Botucatu, programa de gestão de governo municipal, especificando a responsabilidade das secretarias envolvidas, cabendo a: Secretaria do Meio Ambiente, coordenação geral e planejamento operacional (foco do desenvolvimento deste trabalho); Secretaria da Saúde e Assistência Social, encarregada do cadastramento e capacitação dos futuros agentes ambientais; Secretaria da Educação, encarregada da cartilha para educação ambiental junto à população de Botucatu; Secretaria de Obras, cuja função é a

manutenção operacional dos equipamentos necessários à coleta; Secretaria da Comunicação, responsável pela informação e conscientização à sociedade envolvida; Departamento Jurídico encarregado da legalização do funcionamento da Cooperativa dos Agentes Ambientais e Secretaria do Planejamento que dá suporte para estratégia de itinerário para coleta.

Definido o planejamento estratégico, as responsabilidades de cada secretaria envolvida, coube a Secretaria do Meio Ambiente a coordenação geral do programa e ao autor deste trabalho o planejamento operacional do Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva. Segundo VALERIANO (1998), além dos planejamentos estratégico e operacional, existe o planejamento tático (um degrau entre os planejamentos citados) detalhando como, quando, onde e por quem os meios disponíveis serão empregados. VALERIANO cita também um planejamento acima do operacional, denominado setorial, cujo desmembramento da tática em setores ou áreas de atuação foi a solução encontrada para otimização da coleta em diversos setores da cidade de Botucatu e para o início do Projeto Piloto do Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva. As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 descrevem o planejamento da coleta seletiva, segundo JARDIM, et al (1995), que serviu de base para o desenvolvimento do projeto.

Tabela 1 - Planejamento da Coleta Seletiva, 1ª Fase - Diagnósticos

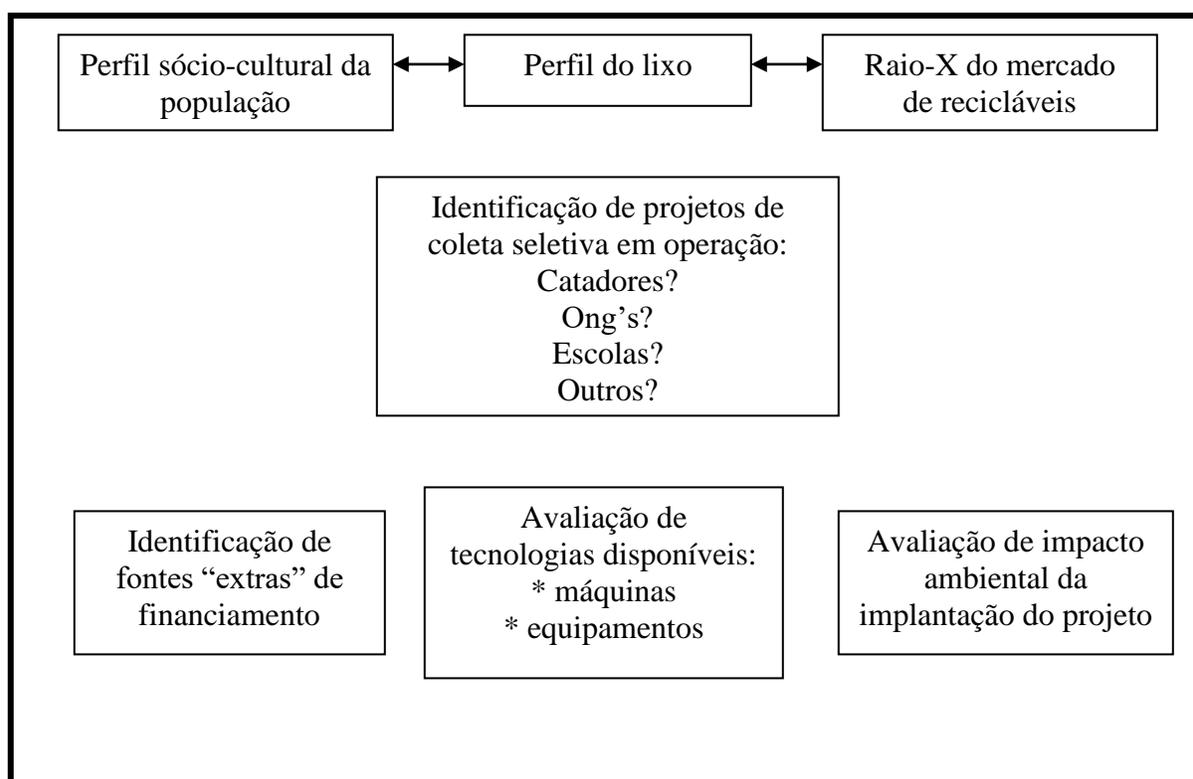


Tabela 2 - Planejamento da Coleta Seletiva, 2ª Fase - Planejamento

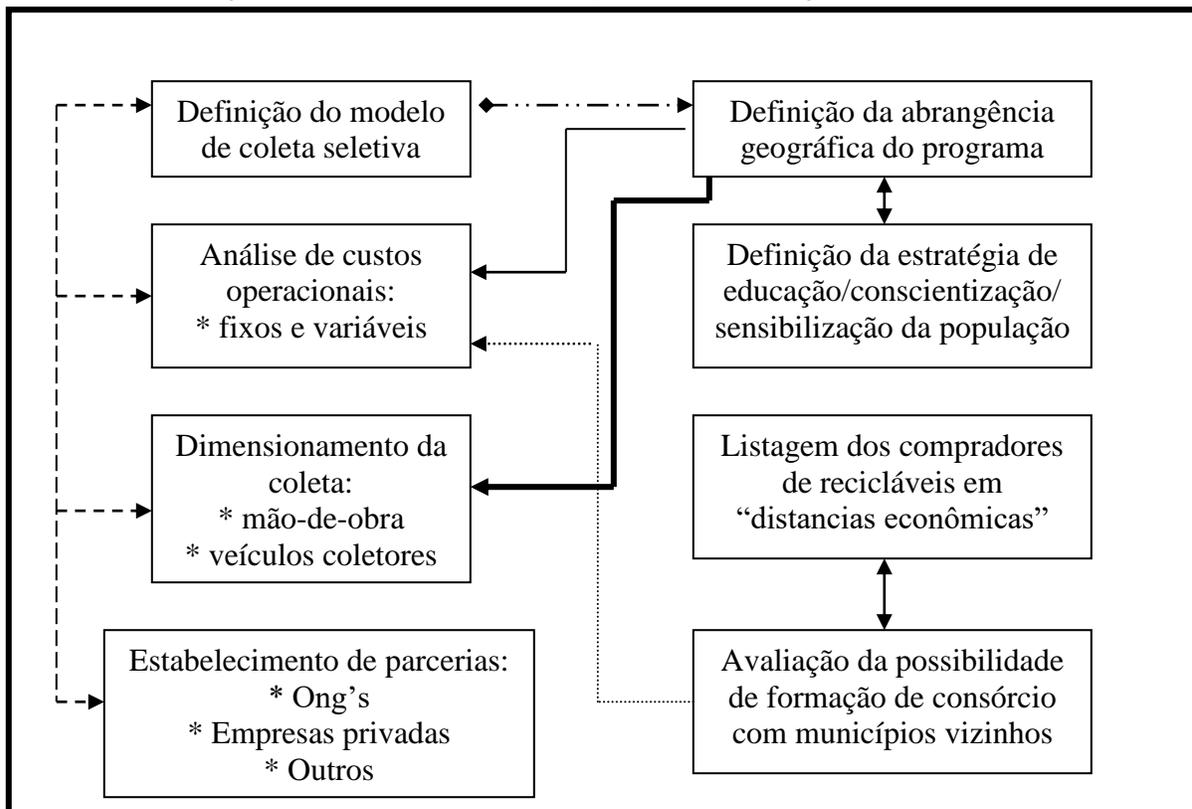


Tabela 3 – Planejamento da Coleta Seletiva, 3ª Fase – Implantação.

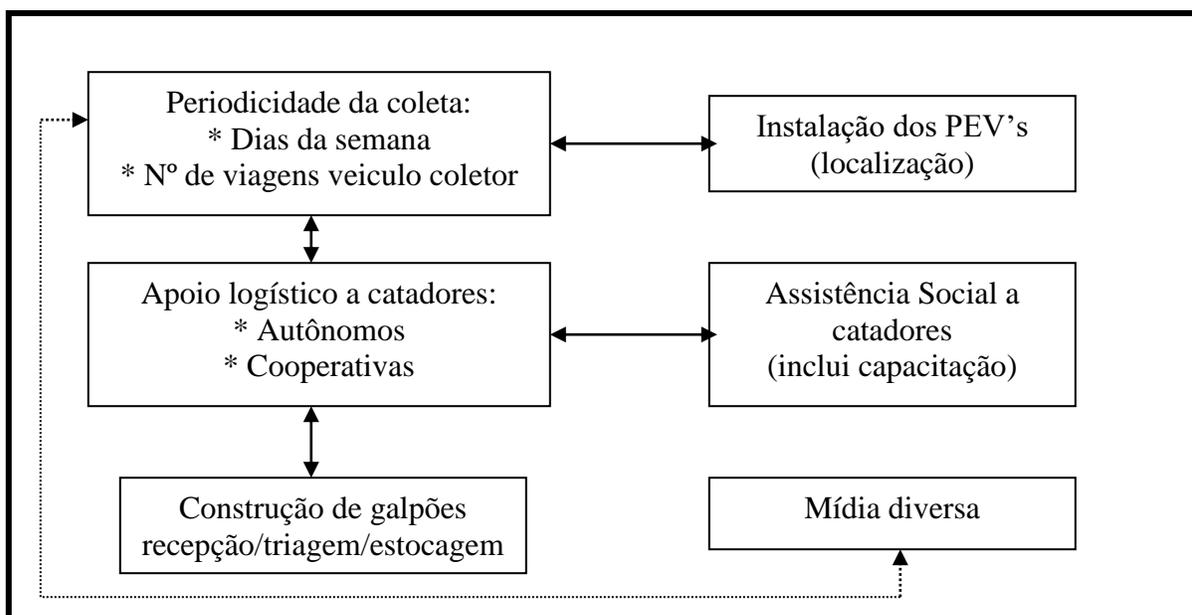


Tabela 4 – Planejamento da Coleta Seletiva, 4ª Fase – Operação e Monitoramento

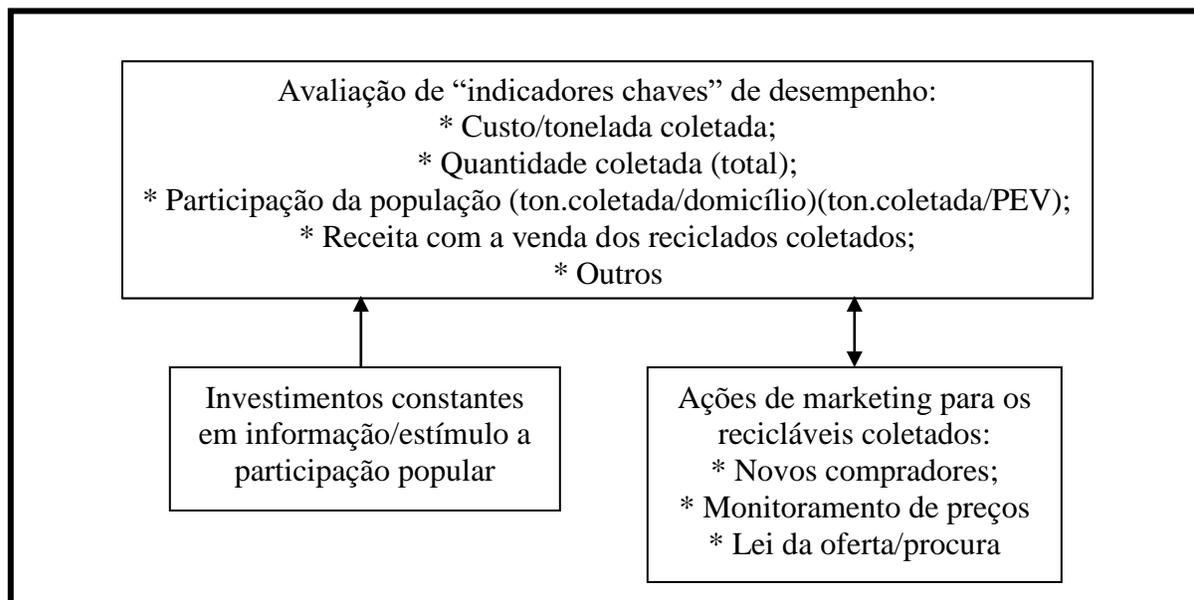
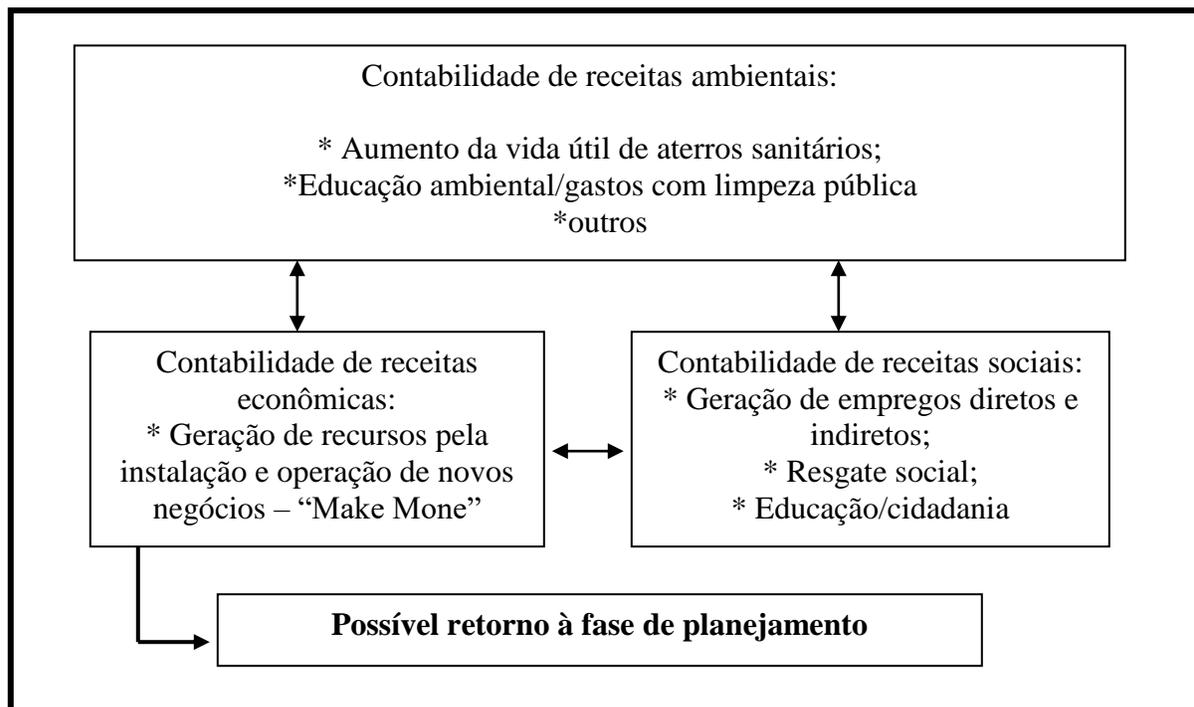


Tabela 5 – Planejamento da Coleta Seletiva, 5ª Fase – Análise de Benefícios



As fases do planejamento, especificadas nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 serão discutidas no decorrer do trabalho.

5.1 Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos

Consiste na coleta de resíduos secos recolhidos pelos Agentes diretamente nas casas. Os catadores deverão seguir roteiros pré-estabelecidos em comum acordo entre eles e a coordenação, a partir da divisão da cidade por 5 setores, como mostra a Figura 1. O material recolhido com os carrinhos de tração manual, quando cheios, será efetuado o transbordo e enviado por um caminhão gaiola à Central de Triagem, como forma de otimizar a coleta. O aumento da coleta é progressivo, conforme adesão populacional, até que todo o município seja contemplado. O estreitamento da relação entre os moradores e os catadores que atuam como agentes ambientais é fundamental para o sucesso de todo o programa no município. Neste contato, os moradores não só podem aprender como separar os resíduos em seco e úmido, como perceber a importância destes trabalhadores na melhoria da qualidade social e ambiental da deposição de resíduos do município.

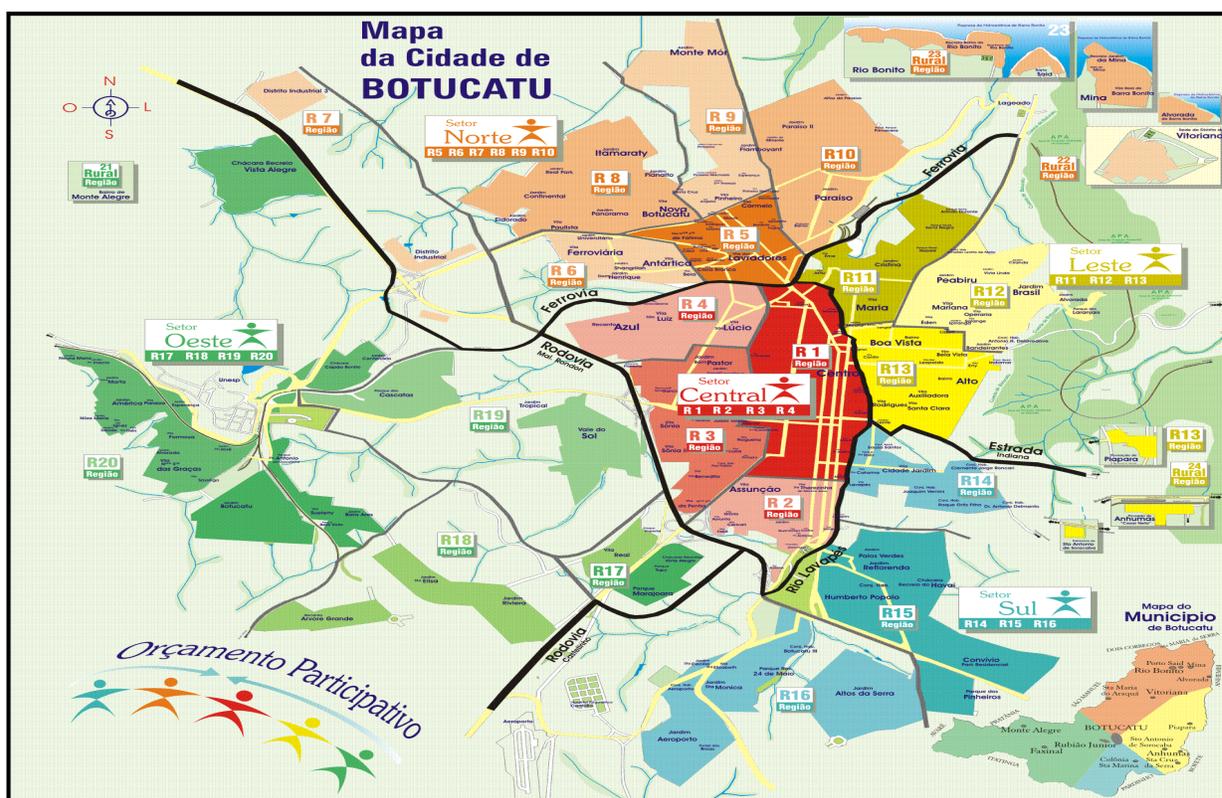


Figura 1 - Setoramento do município de Botucatu

5.2 A Escolha do Setor

Para otimização do processo logístico adequado para coleta seletiva, a partir do diagnóstico de geração percapita de resíduos sólidos e renda por setores de Botucatu, especificado na Figura 1, como mostra as Tabelas a seguir, pode-se planejar os equipamentos, veículos e mão-de-obra, estes denominados como agentes ambientais, necessários à coleta, segue:

Tabela 6 – Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos e Renda, Setor Oeste

--

Tabela 7 – Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos e Renda, Setor Leste

--

Tabela 8 – Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos e Renda, Setor Sul

SETOR	SUL	MATERIAL	%	Q ^{de} Kg	R\$ UNIT.	VALOR
Kg/dia	Hab/Botucatu	Plástico	15,4	18.480,0	R\$ 0,71	R\$ 13.120,80
80.000,00	115.000	Papel/Papelão	56,7	68.040,0	R\$ 0,23	R\$ 15.649,20
Media Setor (kg)	Hab/Setor	Vidro	17,1	20.520,0	R\$ 0,10	R\$ 2.052,00
16.000,00	23.000	Longa Vida	1,0	1.200,0	R\$ 0,14	R\$ 168,00
Resíduo Reciclável (kg)		Sucata	9,1	10.920,0	R\$ 0,31	R\$ 3.385,20
25%	4.000,00	Alumínio	0,6	720,0	R\$ 4,07	R\$ 2.930,40
Coleta/mês (kg)		Outros	0,1	120,0	R\$ 4,95	R\$ 594,00
120.000,0						
		TOTAL	100	120.000,0		R\$ 37.899,60

Tabela 9 – Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos e Renda, Setor Norte

SETOR	NORTE	MATERIAL	%	Q ^{de} Kg	R\$ UNIT.	VALOR
Kg/dia	Hab/Botucatu	Plástico	15,4	23.300,9	R\$ 0,71	R\$ 16.543,62
80.000,00	115.000	Papel/Papelão	56,7	85.789,6	R\$ 0,23	R\$ 19.731,60
Media Setor (Kg)	Hab/Setor	Vidro	17,1	25.873,0	R\$ 0,10	R\$ 2.587,30
20.173,91	29.000	Longa Vida	1,0	1.513,0	R\$ 0,14	R\$ 211,83
Resíduo Reciclável (kg)		Sucata	9,1	13.768,7	R\$ 0,31	R\$ 4.268,30
25%	5.043,48	Alumínio	0,6	907,8	R\$ 4,07	R\$ 3.694,85
Coleta/mês (kg)		Outros	0,1	151,3	R\$ 4,95	R\$ 748,96
151.304,3						
		TOTAL	100	151.304,3		R\$ 47.786,45

Tabela 10 – Diagnóstico Geração Percapita de Resíduos Sólidos e Renda, Setor Central

SETOR	CENTRAL	MATERIAL	%	Q ^{de} Kg	R\$ UNIT.	VALOR
Kg/dia	Hab/Botucatu	Plástico	15,4	19.283,5	R\$ 0,71	R\$ 13.691,27
80.000,00	115.000	Papel/Papelão	56,7	70.998,3	R\$ 0,23	R\$ 16.329,60
Media Setor (Kg.)	Hab/Setor	Vidro	17,1	21.412,2	R\$ 0,10	R\$ 2.141,22
16.695,65	24.000	Longa Vida	1,0	1.252,2	R\$ 0,14	R\$ 175,30
Resíduo Reciclável (kg)		Sucata	9,1	11.394,8	R\$ 0,31	R\$ 3.532,38
25%	4.173,91	Alumínio	0,6	751,3	R\$ 4,07	R\$ 3.057,81
Coleta/mês (kg)		Outros	0,1	125,2	R\$ 4,95	R\$ 619,83
125.217,4						
		TOTAL	100	125.217,4		R\$ 39.547,41

Os valores citados nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10, vale ressaltar, são estimativas de geração percapita de resíduos sólidos, isto é, foi considerado um diagnóstico equivalente para todos os setores (0,695 kg/dia/hab, segundo OLIVEIRA, 2004), sendo que cada setor possui sua identidade socioeconomicocultural diferenciada no município, mas próximos da realidade encontrada quanto a produção diária e, os preços unitários dos respectivos materiais recicláveis foram estimados a partir da média aritmética ponderada dos preços na venda dos mesmos por cooperativas e associações que vivem deste comércio, apresentados pelo CEMPRE (<http://www.cempre.org.br>). A proporção de materiais como, plástico, papel, vidro, sucata e alumínio foram estimados da média aritmética extraída do acompanhamento da comercialização.

Observe também, que os valores citados nas tabelas correspondem a 100% de adesão populacional quanto à separação de resíduos e distribuição do mesmo para a cooperativa de agentes ambientais, o que serve apenas de ilustração, pois a expectativa a ser alcançada, segundo LEÃO (2005) consta em torno de 50 a 60% desses materiais.

Fatores decisórios quanto à escolha do projeto piloto por comparação entre os setores envolvidos, como relevo menos acentuado; área de fácil trânsito dos veículos; proximidade da Central de Triagem; perspectiva de maior adesão populacional na separação dos resíduos, a comparação de geração de renda (como especifica as tabelas 6, 7, 8, 9 e 10), a descentralização da cidade em setores para melhor acompanhamento logístico, além do recurso financeiro destinado para aquisição de equipamentos, custos fixos e variáveis, definiram o Setor Norte da cidade, Figura 2, como ideal para o início do Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva.

Estabelecido o setor, a próxima fase foi definir o sistema de coleta, o itinerário, a estratégia educacional e de conscientização junto à população, análise de custos operacionais, dimensionamento de equipamentos e mão-de-obra, o mercado de recicláveis, fonte de financiamento, estabelecimento de parcerias, acompanhamento da realidade em municípios contemplados com a coleta seletiva, recrutamento e capacitação dos agentes ambientais, dentre outros, serão demonstrados no desenvolvimento deste trabalho.

resíduos coletados possuem maior volume e menor peso específico. É utilizado também um caminhão munq, para carregamento dos materiais enfardados, muitas vezes, acima de 100 kg.

Os materiais são acondicionados em paletes PBR, levados por transpaleteiras manuais até a empilhadeira (elétrica manual), logo que prensados e enfardados, onde são distribuídos por grupos de recicláveis e subdivididos em categorias para otimização do espaço e carregamento.



Figura 3 – Caminhões de Coleta Seletiva, Projeto Vira Lata - São Paulo.

5.3.2 ACAPEL – Associação dos Catadores de Papel e Papelão – São Manuel

A Tabela 11 mostra os materiais mais comuns vindo da coleta seletiva efetuada em São Manuel, seus respectivos grupos, dimensões e pesos que serviram de referência para o dimensionamento do layout da Central de Triagem de Botucatu, valores extraídos da média aritmética de amostras de 2 meses de acompanhamento.

A abordagem da população, itinerário, silo de recepção e possível parceria no fechamento de cargas (Serviço de lotação de cargas), diminuindo o custo de frete, são alguns exemplos da visita realizada a São Manuel.

Tabela 11 – Materiais e Dimensões – ACAPEL – São Manuel

Material	Grupo	Dimensões (Cxlxh) m			Área m ²	Volume m ³	Peso Kg
Alumínio Lata	Metal	0,41	0,31	0,42	0,13	0,05	22,5
Caixa Ovo	Papel	0,92	0,63	0,57	0,58	0,33	65,0
Copo	P.S 6	0,87	0,60	0,68	0,52	0,35	71,0
Manteiga	PP 5	0,88	0,55	0,65	0,48	0,31	49,0
Papel Branco	Papel	0,85	0,52	0,63	0,44	0,28	112,0
Papelão 1	Papel	1,00	0,65	1,15	0,65	0,75	185,0
Papelão 3	Papel	1,25	0,65	0,90	0,81	0,73	241,0
Garrafa de Água	PVC 3	1,20	0,78	0,70	0,94	0,66	79,0
PET Branco	PET 1	1,12	1,00	0,65	1,12	0,73	79,0
PET Óleo	PET 1	1,10	0,82	0,63	0,90	0,57	60,0
PET Verde	PET 1	1,10	0,97	0,67	1,07	0,71	78,0
Plástico Liso	PEAD 2	0,85	0,70	0,68	0,60	0,40	51,0
Sacolinha Branca	PEBD 4	0,92	0,50	0,64	0,46	0,29	65,0
Sacolinha Colorida	PEBD 4	0,85	0,70	0,40	0,60	0,24	37,0
Sopro Branco	PEAD 2	0,78	0,87	0,62	0,68	0,42	85,0
Tetrapak	Papel	1,11	0,73	0,67	0,81	0,54	111,0

5.3.3 Usina de Triagem e Compostagem - Lençóis Paulista – março de 2004

Não há coleta seletiva na cidade, todo material é levado para a usina de triagem e compostagem, por caminhões basculantes. Essa mistura do lixo seco com o úmido diminui a qualidade do material reciclável, diminuindo seu valor de venda.

Com Sistema de Produção Contínua (fluxo em linha, seqüência prevista segundo MOREIRA (2002)) a usina, estruturada em três níveis a partir do chão, possui 1800 m² cobertos, onde ocorre o processo de triagem, prensagem e enfardamento e armazenagem dos materiais. O caminhão descarrega pela doca de recepção, no nível mais elevado. Uma grua dispõe os resíduos no silo de recepção. Por força da gravidade, o lixo entra na esteira motorizada de 30m de comprimento, onde 20 associados, 10 de cada lado, vão triando os materiais conforme passam pela esteira, depositando os materiais em receptoras ao lado da mesma. Receptora é o nome dado aos latões de 50 L, aberto em suas extremidades. Por meio da gravidade, esses latões servem de “passagem” para os respectivos big bag’s de 2m³ ou carrinhos de plástico de 0,6 m³ (conforme a demanda e volume do material), providos de 2 rodízios, aguardando até completarem sua capacidade para serem movimentados até a

prensa para prensagem e enfardamento. Os resíduos orgânicos e os materiais não aproveitáveis percorrem toda a extensão da esteira, onde são depositados em big bag's, por meio da gravidade, logo encaminhados para o aterro sanitário, próximo a usina. Utiliza 3 prensas verticais e 1 horizontal, esta usada para metais. Pronto os fardos, são armazenados em suas respectivas baias, prontas para carregamento. São 10 baias, com área de 15m² e 1,60 de pé direito, totalizando 24m³.

Os plásticos, especificamente as PET e os PEAD recebem um tratamento diferenciado para agregar valor. Após a primeira triagem, são encaminhados para mesas de 4m de comprimento, onde serão separados por cores e tipos, retirados os rótulos e tampinhas para então serem prensados. É o produto de maior valor agregado.

5.4 Projeto Piloto – Região 10 do Setor Norte

Para a eficiência da logística a ser implantada, otimizando recursos e diminuindo custos, a 1ª fase consiste no diagnóstico da região a ser inaugurada a coleta, como mostra a Tabela 1 - Planejamento da Coleta Seletiva. Para o Projeto Piloto foi escolhida a região 10, Figura 4, composta por 7 bairros, estes, Chácara Barros, Jardim Mirante, Jardim Paraíso, Jardim Paraíso II, Jardim Altos do Paraíso, Parque Primavera e Lageado. Com 4.613 habitantes (segundo o censo do IBGE-2000), 1.318 residências, conforme o Sistema de Informações Georreferenciais – Geodados. Essa região gera 3.123 kg/dia de lixo, o que, segundo OLIVEIRA, et al (1999), produz 780 kg/dia de materiais potencialmente recicláveis.

A partir desse diagnóstico, pode-se visualizar o planejamento e aquisição de equipamentos e mão-de-obra necessária à coleta seletiva.

Junto a Secretaria da Assistência Social e a Secretaria de Educação, a coordenadoria, representada pela Secretaria do Meio Ambiente, iniciou o processo de recrutamento e capacitação dos então catadores de recicláveis que se tornariam Agentes Ambientais.

Todo o processo será mostrado durante o desenvolvimento deste trabalho.

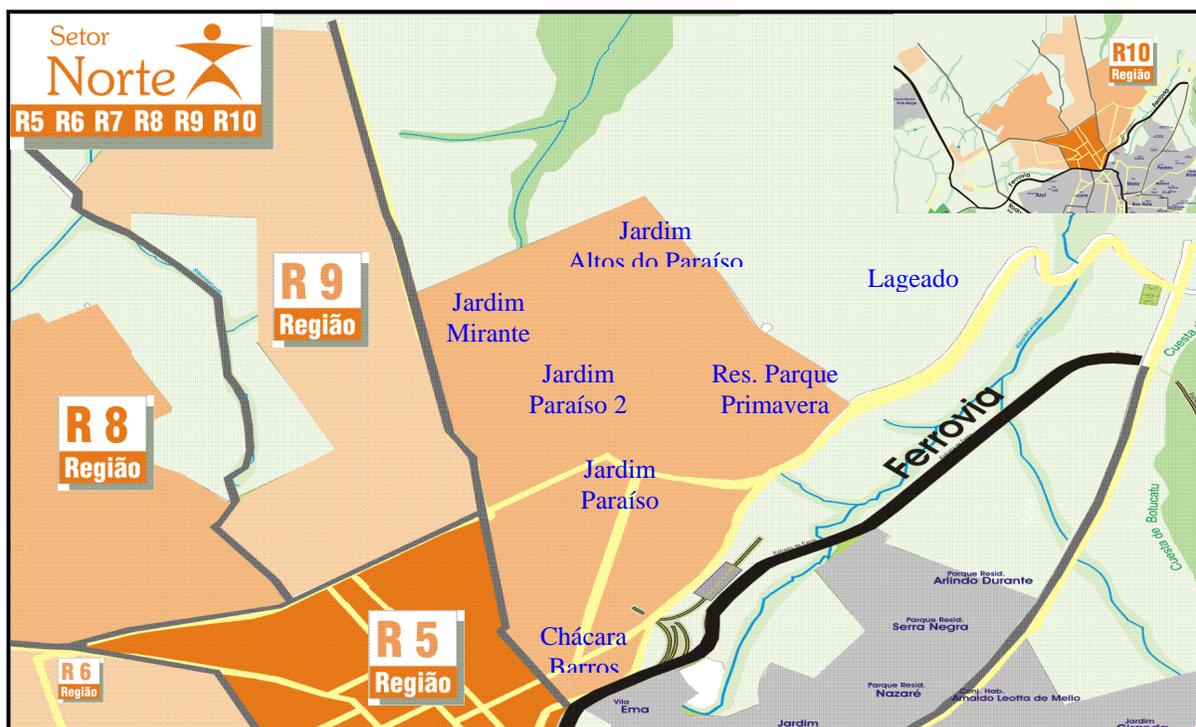


Figura 4 – Projeto Piloto Região 10

5.5 Planejamento de Equipamentos e Mão-de-Obra

Como já dito em outra oportunidade, a estimativa inicial de capacidade leva a especificações mais detalhadas de espaço, equipamentos e mão-de-obra. O espaço deve ser provido para acomodar as máquinas, permitir a movimentação de equipamentos de manuseio e transporte de materiais, acomodar os estoques (de produtos, materiais diversos, matérias-primas e material em processamento), para os pátios de carga e descarga, para instalações de utilidade como restaurantes e lanchonetes, áreas de lazer e escritórios, etc.

5.5.1 Silo de Recepção para Materiais Recicláveis

Tendo como referência o silo de recepção de São Manuel, desenhado para comportar 5 ton/dia coletada, pode-se projetar um silo proporcional às 2,5ton/dia estimada para a coleta do Setor Norte (cálculo a partir de 50% descrito na Tabela 9, página 47) e a realidade do arranjo físico da Central de Triagem de Botucatu. As duas cidades geram

aproximadamente, os mesmos percentuais de materiais recicláveis, aproximando o volume coletado, fator importante que definiu o silo de Botucatu, Figura 5.



Figura 5 – Silo de Recepção Botucatu

O silo de recepção de São Manuel possui 2m. de “boca” (base maior), 3m. de altura e 1m.de base por 9,80m de comprimento, totalizando 53,9m³ para comportar 5 ton/dia de resíduos recicláveis. Como mostra a Figura 5, o silo de recepção de Botucatu, com fundamento no de São Manuel, tem 3,10m. de “boca” (base maior), 2m.de altura e 2 m.de base por 4.95m. de comprimento, dispondo de 25,25m³ de capacidade para suportar 2,5 ton/dia de resíduos recicláveis.

5.5.2 Carrinho de Coleta Manual

Para diminuição do tempo necessário para coleta seletiva e dos custos variáveis por quilômetro rodado do caminhão, foi planejado um carrinho de coleta manual,

variáveis por quilômetro rodado do caminhão, foi planejado um carrinho de coleta manual, Figura 6, com base na produção percapita de resíduos recicláveis. Com 1,56m.de comprimento, 0,78m. de largura e 0,66m. de altura, tem a capacidade de $0,80\text{m}^3$, coletando em média 57kg de resíduos, isso equivale a 23 residências ou 2 quarteirões em média por carrinho (considerando 100% de adesão populacional, mostrado na Tabela 9, página 47). Dois agentes ambientais por carrinhos com itinerários definidos (cada agente ambiental tem em mãos o mapa da região a ser coletada) percorrem os roteiros de 12,4 quilômetros em média por dia em 4 horas de jornada nas ruas. Com o auxílio de um caminhão gaiola para transbordo dos materiais sempre que os carrinhos completam sua capacidade máxima, em localidades pré-estabelecidos, pode-se diminuir em 50% os custos e o tempo de coleta se comparado com a coleta tradicional de resíduos sólidos urbanos na cidade de Botucatu.



Figura 6 – Carrinho de Coleta Manual

5.5.3 Big Bag's

Para acondicionamento, transporte, armazenagem e movimentação das

diversas características físicas dos resíduos sólidos são utilizados big bag's.

Big Bag's são embalagens de polietileno de alta densidade, com 0,90m.de comprimento e largura por 1,80m.de altura, constituindo um volume de aproximadamente 1,5m³, mostrados nas Figuras 7 e 8.

Os caminhões de coleta seletiva não são compactadores, é necessário manter as características físicas dos materiais para agregar valores. Portanto, são utilizados no transporte, para evitar a queda durante o percurso, acondicionam os materiais coletados, otimizam o espaço no caminhão e diminuem o tempo de descarga no silo, além de servirem como armazenamento e movimentação. São utilizados também como forma de relacionar o volume e o peso coletado para cálculos de porcentagem de adesão nos bairros contemplados com a coleta seletiva.

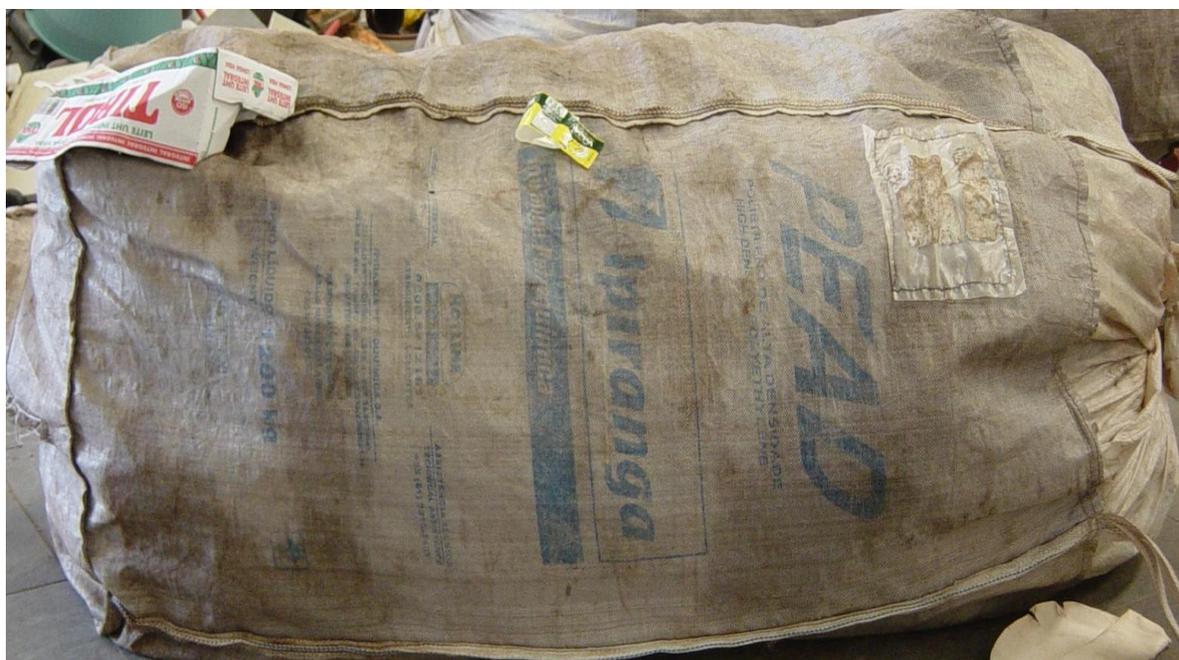


Figura 7 – Big Bag, segurança e acondicionamento



Figura 8 – Big Bag, armazenagem e movimentação

5.5.4 Prensa Enfardadeira

Para fazer uma estimativa de equipamentos necessários (máquinas para produtos manufaturados), é preciso que se analise cada um dos itens que serão produzidos e as operações envolvidas, segundo MOREIRA (2002). Estima-se então o tempo de processamento (*t em minutos*), para cada operação. Como os equipamentos não operam durante todo o tempo, devido a paradas inevitáveis para preparação para as operações, manutenção e provisões para falhas, deve-se estimar a eficiência (*e*) da operação, ou seja, a fração do tempo em que se espera que o equipamento esteja operando.

Seguindo a equação da Tabela 12, temos:

Tabela 12 – Planejamento de Equipamentos

$$m = \frac{tN}{60he} = \frac{t(\text{min/ oper.})N(n^{\circ} \text{oper.})}{60(\text{min/ hora})h(\text{horas/ máquina})e(\text{efic.})}$$

Devido as diferentes características físicas de cada material coletado, proporcionando diferenças significativas entre seus respectivos pesos e volumes, todos os cálculos foram efetuados com base na media aritmética ponderada do volume dos diversos fardos medidos das amostras encontradas no acompanhamento do processo da ACAPEL, Associação dos Catadores de São Manuel, Tabela 11 da página 39. Concluindo os cálculos, chegou-se a conclusão da necessidade de 2 prensas enfardadeiras de 1m³ de capacidade.

Contudo, a disparidade dos materiais, como papelão, por exemplo, chega a pesar 300 kg o m³ enfardado e prensado, enquanto que as PET's variam de 50 a 70 kg os m³ enfardados e prensados. Na Figura 9, pode-se visualizar a prensa enfardadeira.



Figura 9 – Prensa Enfardadeira Horizontal

5.5.5 Demais Equipamentos

A necessidade de uma balança para medições de peso dos fardos e diferentes volumes, além dos resíduos descartados por não satisfazerem a qualidade desejada e ou rejeitos coletados juntos ao material de boa qualidade, é fundamental no controle de material coletado para estimar a adesão populacional junto à coleta seletiva da região contemplada, é mostrada na Figura 10.



Figura 10 – Balança Mecânica

Outro equipamento muito utilizado e necessário para otimização do tempo em processo é o carro de 4 rodízios adaptado para movimentação interna dos materiais prensados e enfardado.

Carro de madeira e rodas de ferro vindo da antiga FEPASA, seu peso específico diminui o tempo de movimentação, mas serve como provisório enquanto não se destina recursos para a área especificada, a movimentação interna de materiais, Figura 11.



Figura 11 – Carro 4 rodízios para Movimentação Interna



Figura 12 – Mesa de Triagem

A Figura 12 demonstra a mesa de triagem junto ao silo de recepção, com 3m. de comprimento por 1m. de largura e altura de 1m. na saída do silo, diminuindo gradativamente até 0,90m.. Esse pequeno declive ajuda no escorregamento dos resíduos colocados na mesa. Por um processo de Produção Contínua, fluxo em linha, os agentes são dispostos lado a lado na mesa, triando os resíduos pré-estabelecidos e acondicionando em sacos de 50L acoplados à mesa, como mostra a Figura 12. Esse sistema de triagem facilita a separação dos resíduos, aumentando a capacidade de cada agente para média de 500 kg por jornada de trabalho.



Figura 13 – Tambor para Coleta de Vidros

A Figura 13 exemplifica o equipamento utilizado para coleta, recepção, acondicionamento e manejo de vidros. Separados por 4 tipos de cores, o vidro torna-se o material mais perigoso para o manuseio, devido a suas características físicas.



Figura 14 – EPI, Equipamento de Proteção Individual.

A Figura 14 apresenta os equipamentos de proteção individual (EPI's) utilizados pelos agentes ambientais. Disponibilizam de camisetas, calças, bonés, botas e luvas para proteção no manejo dos resíduos sólidos.

5.5.6 Veículo para Coleta Seletiva

A escolha do veículo para coleta seletiva teve como parâmetro o volume e a capacidade de carga útil (até 5 toneladas), a versatilidade em manobras (círculo de

viragem menor ou igual a 17m.), e a viabilidade econômica.

Já o dimensionamento da frota necessária para cada setor foi seguida a seguinte fórmula descrita na Tabela 13, segundo JARDIM, et al (1995):

Tabela 13 – Dimensionamento de Frota

$$Ns = \left(\frac{1}{j}\right) \times \left\{ \left(\frac{L}{Vc}\right) + 2 \times \left(\frac{Dg}{Vt}\right) + 2 \times \left[\left(\frac{Dd}{Vt}\right) \times \left(\frac{1}{j}\right) \times \left(\frac{Q}{C}\right) \right] \right\}$$

Onde:

- J: duração útil da jornada de trabalho da guarnição (em número de horas), desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo para refeições e outros tempos improdutivos;
- L: extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, em km;
- Vc: velocidade média da coleta, em km/h;
- Dg: distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;
- Dd: distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;
- Vt: velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência, em km/h;
- Q: quantidade total de lixo a ser coletada no setor, em ton.ou m³;
- C: capacidade dos veículos de coleta, em ton.ou m³ (em geral, adota-se um valor que corresponde a 70% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de lixo coletada a cada dia).

Uma carroceria carga seca de madeira, com dimensões 5,50m.de comprimento, 2,30m. de largura e 0,40m. de altura e uma gaiola adaptada com a mesma largura e comprimento, diferenciando na altura, esta com 1,50m., completa um volume de 16 m³ para capacidade de coleta. Com isso, um caminhão por setor é suficiente para a coleta seletiva.

Esse caminhão foi adquirido com a doação da Fundação Banco do Brasil para a Cooperativa de Agentes Ambientais de Botucatu, aumentando a capacidade e otimizando a coleta nas regiões do Setor Norte, conseqüentemente aumentando a renda dos agentes, Figura 15.



Figura 15 – Caminhão Gaiola para Coleta Seletiva

5.5.7 Planejamento de Mão-de-Obra

Como as atividades de serviços são normalmente intensivas no uso da mão-de-obra, o planejamento de pessoal acaba sendo um dos principais aspectos do planejamento da capacidade. Considerando as atividades rotineiras do cotidiano da coleta seletiva, como coleta porta a porta, triagem, prensagem e enfardamento, além da movimentação interna dos materiais, segue-se a mesma fórmula designada para o planejamento de equipamentos (ver Tabela 12, página 45).

Porém, uma observação de ordem prática, que todos reconhecem, é a de que quanto mais vezes repete-se uma certa atividade, mais se aperfeiçoa, conseqüentemente, dentro de certos limites, torna-se cada vez menor o tempo gasto para cumprir a atividade. Embora esse aumento na produtividade não seja importante para ser

levado em conta no planejamento de atividades muito simples, sem dúvida merece atenção se a atividade for complexa, longa e repetitiva. Essa ciência denominada Curva de Aprendizagem, MOREIRA (2002), diminuiu a média do tempo de coleta porta a porta e do tempo de triagem, utilizada na tabela para planejamento de mão-de-obra.

Tabela 14 – Planejamento de Mão-de-Obra

$$n_i = \frac{tiNi}{60Te} = \frac{ti(\text{min/ ativid..})Ni(\text{demandadiária})}{60(\text{min/ hora})T(\text{jornadatrabalho})e(\text{efic.})}$$

Considerando a somatória de mão-de-obra necessária para o processo produtivo: são 1 agente por prensa, 1 motorista para o caminhão, 2 agentes encarregadas para movimentação interna dos materiais, 1 agente encarregado para o transbordo dos carrinhos de coleta para os big bag's e para a coleta porta a porta segue os cálculos na Tabela 15, seguindo a fórmula da Tabela 12, tem-se:

Tabela 15 – Definição de Mão-de-Obra

$$ni = \frac{60 \times 40}{60 \times 3 \times 0,8} \cong 16,7 \therefore ni = 17 \text{ agentes para triagem}$$

$$nc = \frac{5 \times 1400}{60 \times 5 \times 0,9} \cong 25,9 \therefore nc = 26 \text{ agentes para coleta porta a porta}$$

A jornada de trabalho consiste em 8 horas diárias, sendo 5 horas na rua coletando e outras 3 horas na Central de Triagem. Portanto o número considerado ideal para o processo são 28 agentes ambientais. Vale ressaltar que o expediente na Central de Triagem começa com o retorno dos agentes à suas respectivas funções.

5.6 Capacitação dos Agentes Ambientais

Após convocado os até então catadores autônomos, passaram a ser identificados como agentes ambientais que fundariam mais tarde a Cooperativa de Agentes Ambientais de Botucatu.

Com o objetivo principal do curso de capacitação para a coleta seletiva

no fortalecimento dos grupos de catadores, representando um passo importante na valorização dos conhecimentos empíricos até então dispersos, a escolha dos temas abordados e o desenvolvimento dos assuntos foram baseados nos diversos estágios dos trabalhos nos grupos de coleta, nas principais demandas dos mesmos e no potencial individual dos participantes.

A organização do curso permitiu que todos tivessem a oportunidade de se aprimorarem, ainda que de forma preliminar, da totalidade do processo que desenvolve no contexto mais amplo das relações sociais, nas relações de produção, nas condições ambientais e históricas em que se insere a coleta.

Os participantes conseguiram estreitar laços de confiança, se conheceram melhor, se fortaleceram mutuamente, trocaram experiências sobre várias etapas da coleta e explicitaram as dificuldades e as soluções encontradas.

Ao longo do processo houve a readequação do material e replanejamento constante, procurando garantir a apropriação satisfatória dos vários temas abordados.

Vale ressaltar, as capacitações foram sempre supervisionadas pela equipe coordenadora, sendo a Secretária da Assistência Social e Secretária da Educação os mentores das didáticas e metodologias empregadas, assim como as avaliações dos participantes e dos monitores presentes.

Finalmente, selecionado os agentes ambientais, iniciou-se cursos de triagem dos materiais recicláveis encontrados nos resíduos sólidos urbanos.

5.6.1 Plásticos

Ministrada pelo Sr. Ilzo, gerente da indústria de reciclagem Plastitech, ensinou os diferentes tipos de plásticos encontrados no lixo doméstico, de grande valor comercial e seus respectivos procedimentos para triagem, prensagem e enfardamento, como também agregar valor e diminuir custos operacionais, como armazenagem e movimentação.

Derivado das resinas de petróleo, o plástico pertence ao grupo dos polímeros, se divide em dois grupos de acordo com características de fusão ou derretimento:

a) *Termoplásticos* – amolecem ao serem aquecidos, podendo ser moldados e quando resfriados ficam sólidos e tomam nova forma;

b) *Termorrígidos*. – não derretem e não podem ser moldados, podem ser pulverizados e aproveitados como carga ou serem inacerados para recuperação de energia.

Abaixo, os principais plásticos e seus respectivos números, padronização internacional:



PET Poli (tereftalato de etileno) – são as embalagens de refrigerantes gasosos, óleos vegetais, água mineral, fibras sintéticas, etc. Seu principal diferencial é um “umbigo” encontrado na base da garrafa. Pode-se agregar valor separando-os por cores, retirar as tampinhas e seus rótulos;



PEAD Polietileno de alta densidade – utilizados na confecção de engradados para bebidas, baldes, garrafas para álcool, garrafas para produtos químicos domésticos, bombonas, tambores, tubos para líquidos e gás, tanques de combustível para veículos automotores, etc. Principal característica pode ser identificada por um “risco” em sua base, são conhecidos por sopro;



Poli (cloreto de vinila) – são os PVC, utilizados em tubos e conexões para água, encapamentos de cabos elétricos, garrafas para água mineral e para detergentes líquidos, lonas, calçados, esquadrias e revestimentos, equipamentos médico-cirúrgico, etc;



PEBD Polietileno de baixa densidade – utilizados nas embalagens de alimentos, sacos industriais, sacos para lixo, lonas agrícolas, filmes, etc. Agrega-se valor separando-os por cores.



PP Polipropileno – utilizados em embalagens para massas e biscoitos, potes para margarina, seringas descartáveis, equipamentos médico-cirúrgico, fibras e fios têxteis, utilidades domésticas, autopeças, etc;



PS Poliestireno – utilizado na fabricação de aparelhos de som e TV, copos descartáveis para água e café, etc. Material quebradiço é o seu principal diferencial;



OUTROS Reciclagem primária ou pré-consumo – é a conversão de resíduos plásticos por tecnologias convencionais de processamento em produtos com características de desempenho equivalente às daqueles fabricados a partir de resinas virgens. A reciclagem pré-consumo é feita com os materiais termoplásticos provenientes de resíduos industriais, os quais são limpos e de fácil identificação, não contaminados por partículas ou substâncias estranhas.

5.6.2 Vidros

Os vidros são separados por tipos e cores, necessitando de cuidados especiais para manuseio e triagem, basta uma pequena pedra para comprometer o carregamento inteiro. Além de um espaço diferenciado para armazenagem, pois não é possível utilizar o espaço tridimensional, devido a suas características físicas. O mais indicado é a

utilização de trituradores para transformar as embalagens em cacos homogêneos, agregando valor e diminuindo seus custos operacionais de armazenagem e movimentação.

As cores mais comuns são:

- **Âmbar** – garrafas de cerveja e produtos químicos;
- **Translúcidos** – garrafas, potes de conserva, etc;
- **Verde** – embalagens de refrigerantes, garrafões;
- **Azul** – vinhos.

5.6.3 Papel e Papelão

Material mais encontrado na coleta seletiva, 58,5%.do total. Por ser de maior demanda, exige maior espaço para triagem e armazenagem, necessita de um acompanhamento logístico diferenciado para agregar valor e obter lucro.

São classificados como:

- **Papel Branco:** dois tipos encontrados, conforme pureza e limpeza, seu preço é diferenciado;
- **Papelão:** classificados em três tipos ou mais, seus valores de venda variam conforme qualidade do material, os mais comuns são:
 - a) **Papelão nº 1** – caixas e embalagens;
 - b) **Papelão nº 2** - cartonagem;
 - c) **Papelão nº 3** – construção, sacos de cimento, cal, etc.
- **Jornal** – sem necessidade de prensar, basta apenas amarrar;
- **Revista** – dois tipos, colados e grampeados;
- **Mista** – também dois tipos para triagem e venda, conforme pureza do material;
- **Embalagens Longa Vida (tetrapak)** – devido aos grandes consumidores estarem localizados em grandes centros regionais ou capitais e o complexo manuseio que consiste na lavagem das caixas para se tornarem potencialmente recicláveis, muitas vezes os tornam de difícil comercialização, aumentando o custo operacional, como armazenagem e transporte, fazem dessas embalagens grande gargalo logístico.

5.6.4 Metal

Material de maior valor comercial. Encontra maior concorrência por parte dos catadores, além da maioria da população também “juntar” latas de cerveja e refrigerante por ser bastante consumido e de fácil armazenagem e venda.

Dois principais grupos:

- **Ferrosos** – ferro e aço. Apesar do valor de mercado ser alto, torna-se ilusório se não administrado com eficiência, pois seu grande volume e peso encarecem o custo operacional, como armazenagem e prensagem, além da movimentação interna ser restrito a poucos equipamentos e de grandes dimensões como as guas;

- **Não Ferrosos** – nesse grupo encontram-se os alumínio, latão, cobre, chumbo, cromo, ouro, prata, platina, etc. Merecem atenção:

- a) **Alumínio** – três tipos, perfil, bloco e latinhas. Latas de cervejas e refrigerantes pouco coletados devido à concorrência por consequência de fácil manuseio e valor de mercado, o Brasil é um dos países que mais reciclam esse material;

- b) **Cobre** – dois tipos, mel e misto, conforme a pureza. Maior valor de venda, encontra-se acima dos R\$ 8,00 por quilo.

5.7 Materiais Coletados

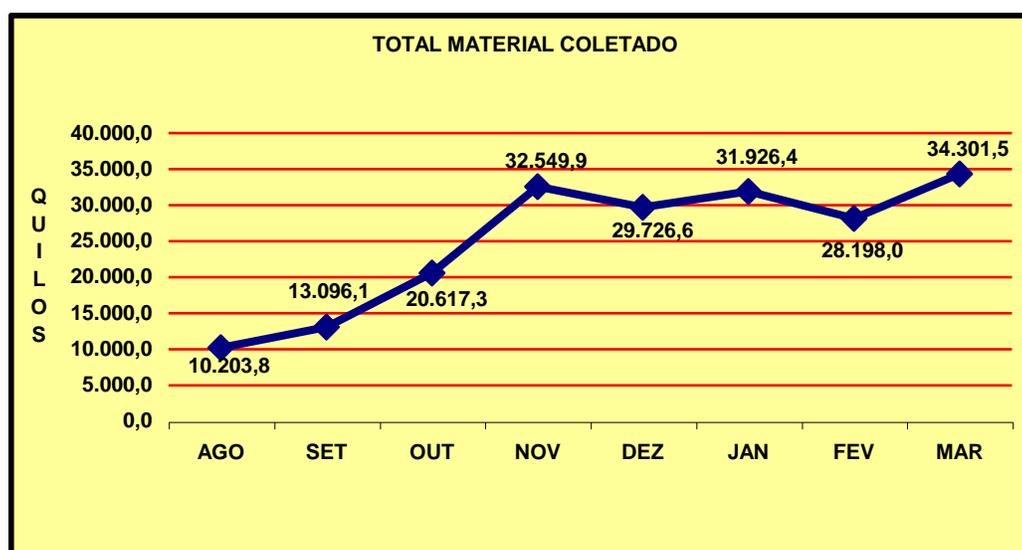


Figura 16 – Material Coletado

A Figura 16 relaciona a quantidade coletada em 7 meses de funcionamento do Projeto Porta a Porta de Coleta Seletiva, abrangendo todo setor Norte, nota-se a queda nos meses de dezembro e fevereiro, explicada pela temporada de férias, os feriados de natal e final de ano e a semana de carnaval, além do mês de fevereiro ser mais curto.

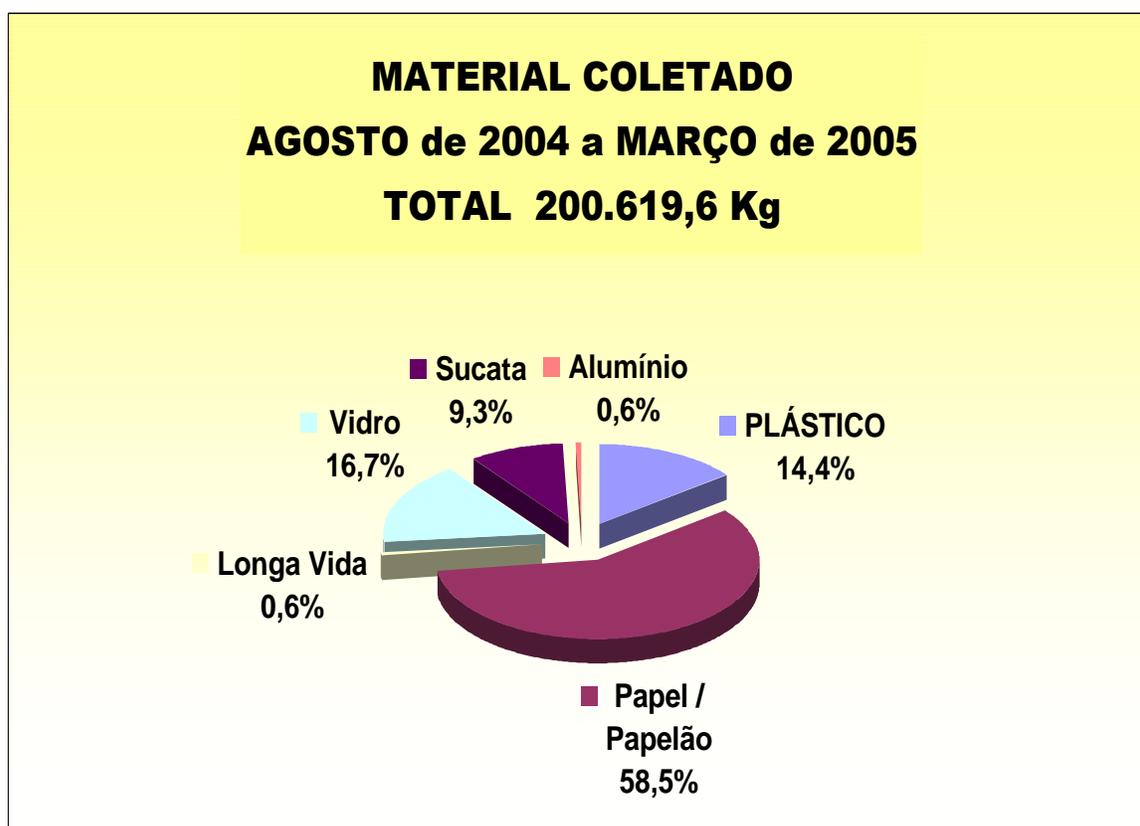


Figura 17 – Porcentagem Coletada

A Figura 17 apresenta os materiais coletados entre os sete meses de funcionamento da Cooperativa dos Agentes Ambientais. O papel/papelão aparece com mais de 117 toneladas coletadas, já o plástico apresenta aproximadamente 29 toneladas. O vidro é o segundo mais coletado com 33,5 toneladas, com 18,6 toneladas aparecem as sucatas. Repare na quantidade de alumínio e embalagens longa vida, igualam em pouco mais de 1,2 toneladas, isso é explicado pela popularidade do alumínio e o descarte do longa vida, por possuírem melhor e pior valores no mercado de reciclagem, respectivamente.

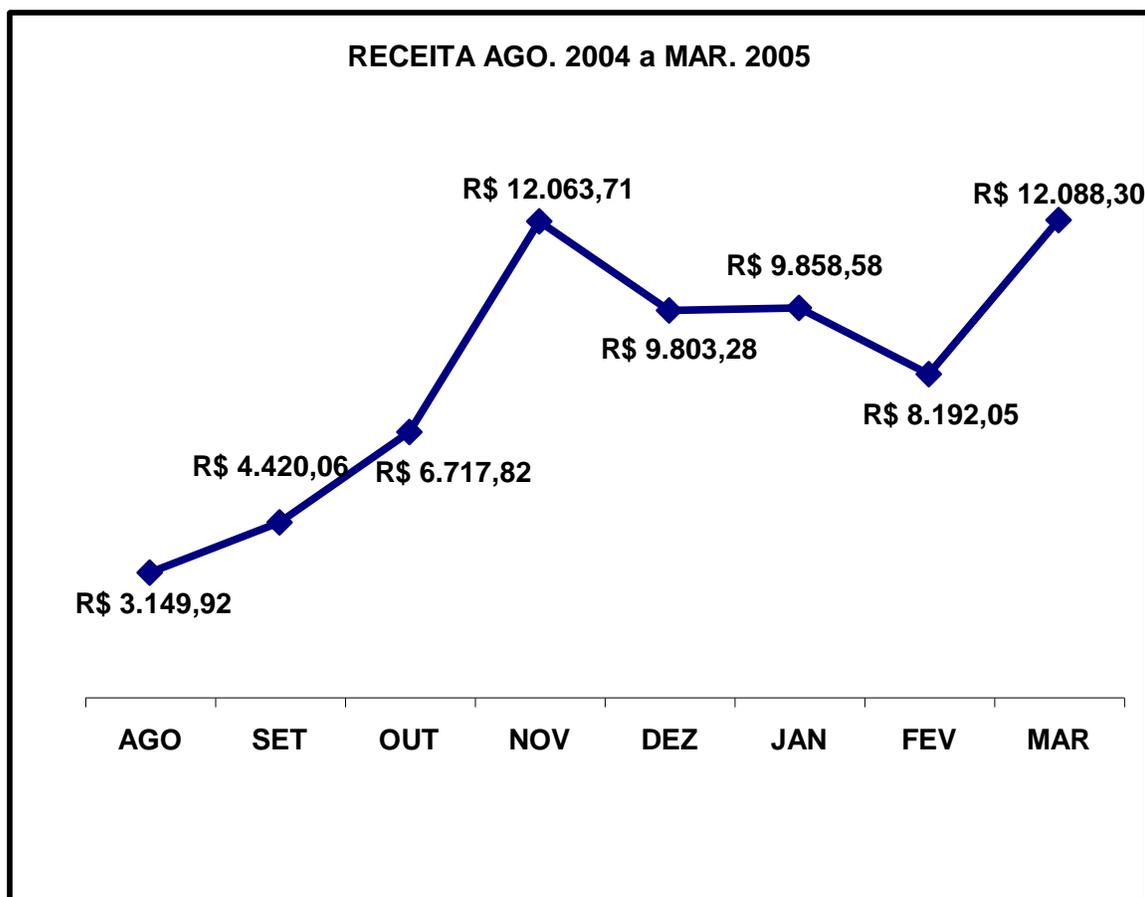


Figura 18 – Renda Gerada

A Figura 18 representa a renda gerada nos meses de coleta. Os valores alcançados em dezembro e fevereiro são explicados pela diminuição da coleta nos respectivos meses. Porém, vale ressaltar a queda dos valores específicos dos diversos materiais nesses meses pelo aumento da demanda nacional, sendo os meses de maior geração percapita de resíduos sólidos. Outro item levado em consideração, é a queda do dólar, viabilizando a importação de matéria-prima para a manufatura dos produtos.

6-CONCLUSÃO

O presente trabalho com enfoque no processo logístico, objetivando a otimização ou melhoria do sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos a partir do diagnóstico de geração percapita do lixo, levou à apresentação dos métodos, equipamentos e propriedades relacionadas à movimentação do volume coletado no município de Botucatu, sempre descrevendo os conceitos observados, situações presenciadas e conseqüentemente as propriedades envolvidas a serem solucionadas.

Fundamentada em conhecimentos empíricos e metodologias administrativas, de produção, operações e da logística, a primeira fase constituiu a análise do perfil socioeconomicocultural da população a ser contemplada com a implantação da coleta seletiva, levantando dados específicos como peso e volume gerado por diversas camadas da sociedade, definiu o Projeto Piloto de Coleta Seletiva para a região 10 do Setor Norte do município, abrangendo gradativamente outras regiões vizinhas até a totalização do setor em 7 meses de implantação, arrecadando mais de 200 toneladas nesse período.

Com o diagnóstico definido, a segunda fase foi planejar os equipamentos necessários para suprir a demanda gerada de resíduos sólidos, otimizando a

coleta porta-a-porta. Os carrinhos manuais, especialmente construídos para otimização do tempo e da capacidade da coleta, a adaptação da gaiola no caminhão, aumentando sua capacidade volumétrica e a utilização de big bag's para acondicionamento dos resíduos, garantindo segurança no transporte e otimizando o descarregamento em silo de recepção exclusivamente planejado e construído para acomodar 2,5 toneladas por dia, são exemplos de equipamentos planejados, construídos e adaptados nos conceitos logísticos para otimizar e melhorar o sistema de coleta de resíduos.

Finalizando, as capacitações dos agentes ambientais, antigos catadores autônomos e a fundação da Cooperativa dos Agentes Ambientais, resgataram a dignidade e o respeito dos “profissionais do lixo”, dando-lhes oportunidade de geração de emprego e renda a cidadãos excluídos do cenário sócio-cultural deste município.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. _____, CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem – comunicação visual, <http://www.cempre.org.br>, 2005.
2. _____, MCIDADES.SNSA: **Programa de modernização do setor de saneamento** – sistema nacional de informações sobre saneamento: diagnóstico da gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos, 2002. Brasília, IPEA, 2004.
3. AGUIAR, Edson Martins, **Logística reversa: conceitos, características e perspectivas**. USP, São Carlos, 2004.
4. FUZARO, João Antonio et al: **Coleta seletiva para prefeituras** – guia de implantação. 2ª ed., Secretaria do Meio Ambiente, CETESB, São Paulo, 2002.
5. GOMES, L.P.: **Estúdios da caracterização física e biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários**. USP, São Carlos, 1989.

6. JARDIM, Nilza Silva et al: **Lixo municipal, manual de gerenciamento integrado.** Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT) e Compromisso empresarial para Reciclagem (CEMPRE), São Paulo, 1995.
7. LACERDA, Leonardo: **Logística reversa – uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais.** Artigo Centro de Estudos em Logística – COPPEAD, UFRJ, <http://www.cel.coppead.ufrj.br>, 2004.
8. LAJOLO, Roberto Domenico et al: **Cooperativa de catadores de materiais recicláveis – guia para implantação.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas (publicação IPT, 2952), SEBRAE, São Paulo, 2003.
9. LEÃO, Alcides Lopes: comunicação pessoal, FCA/UNESP-Botucatu, 2005.
10. MOREIRA, Daniel Augusto: **Administração da produção e operações.** ed. Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2002.
11. NOVAES, Antonio Galvão: **Logística gerenciamento da cadeia de distribuição – estratégia, operação e avaliação.** Campos, Rio de Janeiro, 2001
12. OLIVEIRA, Selene de et al: **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos da cidade de Botucatu.** Artigo FCA/UNESP - Botucatu, 1999.
13. PHILIPPI JR, Arlindo et al: **Saneamento, saúde e ambiente – fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Editora Manole, São Paulo, 2005.
14. STECH, P.J.: **Resíduos sólidos:** caracterização. In: Resíduos Sólidos Domésticos – Tratamento e disposição final. CETESB, São Paulo, 1990.
15. VALENTE, Amir Mattar et al: **Gerenciamento de transporte e frotas.** ed. Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2001.
16. VALERIANO, Dalton L.: **Gerência em projetos – pesquisa, desenvolvimento e engenharia.** Makron Books, São Paulo, 1998.

