

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS SERGIPE
FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LAÉRCIO LOPES DE OLIVEIRA NETO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DO PROCESSO DE GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS: Estudo de Caso na L&M Serviços e
Reciclagem Ltda**

Aracaju - SE

2009.1

LAÉRCIO LOPES DE OLIVEIRA NETO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DO PROCESSO DE GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS: Estudo de Caso na L&M Serviços e
Reciclagem Ltda**

**Monografia apresentada à Coordenação
de Engenharia de Produção da FANESE,
como requisito exigido para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia de
Produção.**

**Prof.(a) Orientador(a): Prof.^a Msc. Sandra
Patrícia B. Rocha**

**Coordenador: Prof. Dr. Jeffersson Arlen
Freitas**

Aracaju -SE

2009.1

LAÉRCIO LOPES DE OLIVEIRA NETO

**PROCESSO DE COLETA, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS: Estudo de Caso na L&M Serviços e
Reciclagem Ltda**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito exigido para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2009.1

Profa. MSc. Sandra Patrícia B. Rocha

Profa. MSc. Helenice Leite Garcia

Genilson Vieira dos Santos

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2009

Dedico este trabalho ao empreendedor desta empresa que tem muito a crescer neste mercado. Este empreendedor soube também empreender uma família na qual tenho orgulho de fazer parte. Este empreendedor foi um pilar durante esta jornada: Levi Santos de Oliveira, meu pai.

AGRADECIMENTOS

Toda honra, toda glória e todo louvor sejam dados a Deus, o autor e consumidor da minha fé. O grande e glorioso Deus a quem eu sirvo e tenho dedicado minha vida para servi-Lo. Eu devo toda a minha vida a Deus, que me deu inspiração para realizar este trabalho, me deu forças para nunca desistir, me deu inteligência para expor as melhores conclusões e o principal, me deu vida mais do que saudável para poder desfrutar das coisas que Ele fez.

Aos meus pais, Levi e Maysa, que foram verdadeiros braços fortes na minha vida, me preparando para encarar a vida, me auxiliando nas dificuldades e o mais importante de tudo é que foram eles que me ensinaram a andar nos caminhos do Senhor Jesus.

Ao meu brother Levi Filho, que apesar de muitas desavenças, somos irmãos do mesmo sangue e o amor que tenho por ele é incondicional.

Ao meu outro braço forte e meu equilíbrio em muitas horas: a minha querida esposa a também Engenheira de Produção Priscila Melquíades, que foi uma jóia preciosa que Deus colocou em minhas mãos para poder cuidar e esta jóia transformou a minha vida de uma maneira mais do que especial e, repetindo o que ela colocou em sua monografia, digo: “Até que a morte nos separe”.

Agradeço a todos os meus familiares. Todos são especiais para mim. Cada um com seu jeito, teve uma maneira de me abençoar. Ao patriarca da família, na qual tenho a responsabilidade de carregar seu nome, a minha avó Inês que é uma verdadeira “santa” orando por toda a sua família e por mim também. Aos meus avós falecidos Ferreira e principalmente minha avó Olga, que apesar de não ter visto minha caminhada no curso, foi uma pessoa que eu amei e sei que ela está nos céus junto com Deus, intercedendo pela minha vida. Aos meus tios e tias que tem estado comigo. Aos meus primos também, em especial a minha prima Laís que infelizmente não está aqui no país para participar da minha festa, mas foi uma pessoa que sei que esteve me apoiando e fazendo o possível para me ajudar nas atividades.

Agradeço aos muitos amigos que possuo. Meus amigos da igreja, na qual não são amigos e sim irmãos; Marquinhos, Mateus, Robert Índio, Léo, Elivaldo, Davi, na

qual já caminhamos e ainda vamos caminhar muitas jornadas juntos. As namoradas e esposas dos meus amigos, Eva, Allyne, Mayana, Joarleide. Essas pessoas já entraram na história da minha vida. São eles que estão ao meu lado, partilhando das minhas alegrias e me auxiliando dificuldades.

Ao meu pastor e amigo Edward, na qual digo que é uma autarquia. Foi um cara que me auxiliou na minha caminhada, me incentivou em muitos momentos, sempre agindo de maneira responsiva para com os trabalhos de Deus, um verdadeiro exemplo de maturidade cristã na qual me espelho cada dia que passa.

Ao meu outro pastor e “chefe” Pr. Emanuel, que apesar de ter enfrentado muitas dificuldades na nossa igreja esteve no centro da vontade de Deus e acolheu muito bem a igreja de Cristo e a UMP da 12, comparecendo aos trabalhos e intercedendo a Deus por nossas vidas.

Agradeço também aos meus muitos amigos de trabalho e gestores que tive, principalmente meus amigos da Vale, com qual convivi por dois anos, a Paulo Starling, Elizangela, Barbosa, João Brito, Helinho, Jamisson, Gil, Cidreira, Osman, Martins, Patrícia. A turma do GBarbosa, galera nota 10, em especial na pessoa de Sisino, que acreditou no meu trabalho e me deu a oportunidade de trabalhar nesta grande empresa. A Keli que me forneceu muitas dicas sobre mobília de apartamento e outras coisas; valeu Smith. Enfim, são tantos colegas e amigos de trabalho que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento. Valeu!

Aos gabaritados professores da FANESE ao qual pude pescar qualidades em todos eles e principalmente o conhecimento para enfrentar a jornada. Em especial aos professores Marcos Aguiar, Helenice Leite e Mário Celso. À Prof. Daniela, que foi a docente da cadeira de Gestão de Resíduos Sólidos; à minha orientadora, a Prof. Sandra Rocha, pela paciência e empenho para este trabalho, que me deu um último suspiro para terminar este trabalho. O meu muitíssimo obrigado mais uma vez!

Agradeço mais uma vez ao que me faz acordar todos os dias e ter felicidade de viver. Ao que me faz ter alegria ao trabalhar na Sua obra e ao que me dá disposição para enfrentar cada dia que passa nas nossas vidas. Este a quem agradeço é o único Deus que há, o único e poderoso Deus a quem tenho o prazer de ser chamado de Seu filho.

”QUEM NÃO SONHA, NÃO CHEGA
A LUGAR NENHUM. QUEM SONHA,
ENXERGA UM ALVO A SUA
FRENTE A SE ALCANÇAR”.

LAÉRCIO LOPES DE OLIVEIRA NETO.

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade o estudo de todo o processo de coleta de resíduos desde a fonte geradora até a destinação final. O tratamento dos mesmos através do reaproveitamento possibilita a obtenção de capital e conseqüentemente a ampliação dos negócios da empresa, sem contar na grande contribuição ao meio ambiente, visto que, o aproveitamento destes reduz a quantidade de despejo nos aterros e disposição desordenada no meio ambiente. A empresa em questão é a L&M Serviços e Reciclagem Ltda, na qual opera com capacidade de atender grandes empresas do Estado de Sergipe e recolhe uma grande quantidade de resíduos todos os dias. A atividade da L&M gira em torno apenas da logística dos resíduos: a coleta, o transporte e a disposição final dos resíduos no aterro controlado da cidade de Aracaju, localizado no bairro Santa Maria. A sistematização destas operações proporcionará melhorias para trazer maiores benefícios não só para a L&M, mas também, para as empresas que a L&M presta serviço e principalmente para o meio ambiente. Com a prospecção de novos mercados, viu-se a necessidade de agregar e implantar novos tipos de atividades na empresa e estudar como reaproveitar a imensa quantidade de resíduos que ela transporta para o aterro. Os estudos realizados de reciclagem e transporte de resíduos, proporcionaram meios de transformar o lixo em um material lucrativo e que reduz os impactos ambientais tão comuns nessa atividade. Através da análise do processo da empresa e da identificação e classificação dos resíduos que são coletados e com a elaboração do fluxograma do mesmo, foram propostas melhorias para tornar o processo mais econômico, seguro, auto-sustentável e que danifique cada vez menos o meio ambiente.

Palavras-chave: Aterro. Resíduos Sólidos. Reciclagem. Meio ambiente.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Caminhão compactador	21
Figura 02 – Caminhão tipo poliguindaste simples	22
Figura 03 – Poliguindaste duplo	22
Figura 04 – Caixas coletoras	23
Figura 05 – Compactador estacionário	24
Figura 06 – Catadores de lixo	26
Figura 07 – Lixão	26
Figura 08 – Processo de cobertura com terra em um aterro controlado	27
Figura 09 – Aterro controlado ao final do processo de cobertura com terra	28
Figura 10 – Esquema de um aterro sanitário	29
Figura 11 – Leiras de compostagem em fase inicial	31
Figura 12 – Leiras de compostagem em ambiente artificial	32
Figura 13 – Fluxograma atual da L&M	37
Figura 14 – Formulário de avaliação de recolhimento	39
Figura 15 – Compactadora estacionária	40
Figura 16 – Obstrução de área de carregamento 01	41
Figura 17 – Layout antigo das caixas coletoras do Shopping Jardins	41
Figura 18 – Novo layout das caixas coletoras do Shopping Jardins	42
Figura 19 – Novo layout das caixas coletoras do Shopping Jardins	43
Figura 20 – Check-list operacional	45
Figura 21 – Novo mapeamento dos processos de coleta, transporte e destinação da L&M	52

LISTA DE TABELAS

Quadro 01 – Recipientes de coleta seletiva.....	33
Tabela 02 – Cliente em função do peso, total e média.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Mapa da destinação dos resíduos no Brasil	24
---	-----------

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE GRÁFICOS.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Resíduos Sólidos.....	16
2.2 Classificação dos Resíduos Sólidos.....	17
2.3 Geração de Resíduos.....	18
2.4 Coleta dos Resíduos.....	18
2.5 Transporte dos Resíduos.....	20
2.5.1 Caminhão coletor.....	20
2.5.2 Veículo com caçamba estacionária ou contêiner.....	21
2.5.3 Caixas estacionárias.....	23
2.5.4 Compactador estacionário.....	23
2.6 Destinação Final dos Resíduos Sólidos.....	24
2.6.1 Lixões ou vazadouros.....	25
2.6.2 Aterro controlado.....	26
2.6.3 Aterro sanitário.....	28
2.7 Tratamento de Resíduos.....	30
2.7.1 Compostagem.....	30
2.7.2 Reciclagem.....	32
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 Ambiente de Estudo.....	35
3.2 Análise dos Dados.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Mapeamento do Atual Processo.....	37
4.2 Coleta de Resíduos.....	38
4.2 Transporte dos Resíduos.....	43
4.3 Destinação dos Resíduos.....	46
4.3.1 Coleta seletiva.....	48
4.3.2 Compostagem.....	49
4.3.3 Centro de Triagem de Resíduos - CTR.....	50
4.4 Mapeamento Proposto do Processo.....	51
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

O grande acúmulo de resíduos gerados pelas indústrias, lojas ou centros comerciais no estado de Sergipe, leva-se a refletir sobre a consciência de preservação do meio ambiente.

Grande parte dos resíduos gerados pelos estabelecimentos comerciais ou industriais é, na maioria, orgânico. Pelo fato de não se ter um programa de compostagem em Aracaju, os resíduos gerados pelos estabelecimentos são despejados diariamente no aterro controlado.

A cidade de Aracaju possui apenas um aterro controlado, e como a projeção da geração de resíduos cresce a cada dia, o espaço para o despejo se torna cada vez menor, reduzindo o tempo de vida útil deste aterro.

A implantação da coleta seletiva a partir da fonte geradora de resíduos torna o processo mais seguro e rentável, visto que, elimina a possibilidade de os resíduos passarem por um centro de triagem.

A sistematização e a implantação dos processos de recolhimento e destinação dos resíduos sólidos contribuem de forma decisiva para que se tenha um melhor acompanhamento e controle desses processos, além de viabilizar a melhora no sistema ambiental da cidade já que o acúmulo de resíduos será cada vez menor.

A escolha dos equipamentos corretos e uma mão-de-obra capacitada tornam o processo ágil e produtivo, visto que, nesta atividade, o tempo entre o ato de recolher e a destinação final dos resíduos, é um dos principais fatores de produtividade da empresa.

A destinação apropriada dos resíduos reduz o volume de descarte dos mesmos em aterros controlados, contribuindo para a preservação ambiental. A destinação do papel, plástico ou papelão que são facilmente comercializados, a transformação de resíduos orgânicos em fonte de enriquecimento do solo (processo de compostagem) são alguns exemplos do reaproveitamento desses resíduos.

A L&M Serviços e Reciclagem Ltda., ao observar este fator, iniciou em 2001 a logística integrada dos resíduos, desde os geradores até o aterro controlado da cidade de Aracaju, de forma responsável e cumprindo as normas de transporte de resíduos.

A empresa tornou-se referência no Estado de Sergipe, a partir da diversificação no recolhimento dos resíduos, como papel, papelão, plástico e principalmente resíduos orgânicos, além da qualidade nos serviços prestados.

A preocupação com os fatores ambientais faz com que a L&M busque alternativas de se antecipar, criando um programa de gestão dos resíduos sólidos urbanos e industriais como forma de preservação do meio ambiente, geração de economia de trabalho.

A solução técnica para o problema da destinação final dos resíduos sólidos e a preocupação com melhorias no processo de coleta destes, torna viável a análise de todo o processo de coleta, transporte e destinação dos resíduos por parte da L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o processo de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos da L&M Serviços e Reciclagem Ltda. em Sergipe.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar os tipos de resíduos coletados pela L&M Serviços e Reciclagem Ltda.
- Elaborar o fluxograma do processo de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos;
- Propor melhorias no processo de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos;

1.2 Justificativa

A análise dos processos de coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos proporciona meios para o reaproveitamento dos resíduos e reduzir a quantidade de resíduos que é enviada para o aterro, tornando-os ecologicamente corretos e auto-sustentáveis.

A ação de preservar o meio ambiente pode e deve ser levado em conta nos processos citados. Cada um deles tem a possibilidade, de alguma forma, prejudicar o meio ambiente, a depender de como são realizados.

A gestão dos resíduos sólidos viabiliza a prática de ações que visam diminuir os impactos ambientais gerados pela produção ou destinação do lixo. A falta desta gestão pode acarretar em diversos problemas como: contaminação da água, do ar e do solo, disseminando doenças e acarretando em problemas maiores para a população.

O trabalho tem por finalidade indicar pontos de melhoria na gestão dos processos de coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos, onde é possível realizar estas atividades sem grandes investimentos e que não agride o meio ambiente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cidade de Aracaju e as cidades que a circundam, dispõe de um grande problema: a falta de infra-estrutura na destinação dos resíduos sólidos. Hoje a grande Aracaju dispõe apenas de um aterro controlado e de diversos lixões a céu aberto para o despejo do lixo.

Segundo a edição eletrônica de 11 de janeiro de 2009 do Jornal da Cidade, o aterro controlado da capital iniciou suas operações no ano de 1986, completando 23 anos em 2009. A preocupação com o fato é tamanha, pois, existe um projeto de construção de um aterro sanitário para atender a região metropolitana de Aracaju. A abertura deste empreendimento vai amenizar bastante o problema da disposição final dos resíduos na região.

A construção de um aterro sanitário, não é a única solução para este problema, visto que, o reaproveitamento, principalmente das matérias não orgânicas, pode contribuir bastante para o aumento da vida útil de um aterro seja ele controlado ou sanitário, além da preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade do solo onde o aterro for implantado.

2.1 Resíduos Sólidos

Segundo a NBR 10.004 (2004), a expressão “resíduos sólidos” é definida como qualquer material nas fases sólida, semi-sólida, considerado inútil ou sem valor, resultantes das atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição.

A OMS, Organização Mundial da Saúde, define o lixo como “qualquer coisa que seu proprietário não quer mais, em um dado lugar em certo momento, e que não possui valor comercial”. Abreu (2006) ampliou a definição de lixo pela OMS, concluindo que o resíduo sólido separado na sua origem, ou seja, nas residências e empresas, e destinado à reciclagem não pode ser considerado lixo, e sim, matéria prima ou insumo para a indústria ou outros processos de produção, com valor comercial estabelecido pelo mercado de recicláveis.

2.2 Classificação dos Resíduos Sólidos

A classificação dos resíduos pode ser feita de diversas maneiras. A mais comum é quanto à classificação em relação aos riscos de contaminação ambiental, também podendo ser feito quanto a sua origem ou natureza (MONTEIRO et al, 2001).

A classificação, quanto aos riscos de contaminação oferecidos ao meio ambiente, é descrita na NBR 10.004 (2004) como sendo:

- a) Resíduos de classe I – perigosos: são aqueles resíduos que oferecem riscos a saúde pública que podem provocar doenças e até a morte, e que oferecem também riscos ao meio ambiente, quando o mesmo não for tratado devidamente; estes resíduos podem ser inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos.
- b) Resíduos de classe IIA (não inertes) – são resíduos que não se enquadram como resíduos da classe I e IIB. São resíduos que suas propriedades podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis.
- c) Resíduos de classe IIB (inertes) – são aqueles resíduos que em comparação ao teste de potabilidade da água, os seus componentes não ultrapassam as concentrações superiores determinadas neste teste.

Os diferentes tipos de lixo, quando agrupados por origem ou natureza, possuem a seguinte classificação (MONTEIRO et al, 2001):

- a) Lixo doméstico ou residencial: são os resíduos gerados pelas residências em geral resultantes das atividades domésticas;
- b) Lixo comercial: são os resíduos gerados à partir das atividades comerciais, a composição desses resíduos variam de acordo com a atividade exercida;
- c) Lixo público: são os resíduos gerados ou encontrados em vias públicas, tais como: folhas, areia, animais mortos, materiais descartados pela população como papel, plástico, etc.;
- d) Lixo doméstico especial: são resíduos comuns gerados em residências ou estabelecimentos comerciais que impulsionam uma atenção maior no seu tratamento, como por exemplo pilhas, pneus e entulhos de obra;

- e) Lixo de fontes especiais: nesta classe, inserem-se os resíduos gerados pela indústria ou de estabelecimentos logísticos como portos e aeroportos. Os resíduos gerados pertencentes a esta classe merecem cuidados especiais no manuseio, no transporte e no acondicionamento.

A classificação dos resíduos sólidos pode ser ainda mais destrinchada se for realizada uma análise mais detalhada. Porém, a classificação apresentada anteriormente traz um parâmetro de classificação simples e objetiva para o entendimento da sociedade.

2.3 Geração de Resíduos

A ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, entre 2005 e 2006, elaborou um relatório que foi baseado em algumas pesquisas importantes para o assunto geração de resíduos. Estas pesquisas: PNSB (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico) – 2000, PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) - 2005 do IBGE e SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) do Ministério das Cidades. A partir deste relatório foi possível apresentar um quadro estimativo de geração de resíduos no Brasil.

De acordo com a ABRELPE (2006), de um total de geração média de 156.469 toneladas de lixo por dia no Brasil, apenas 1.353 está localizado no Estado de Sergipe. Este total gerado em representa aproximadamente 0,9% a nível Brasil.

A quantidade média de resíduos gerados na cidade de Aracaju contribui com aproximadamente 26% do total de resíduos do Estado, computando uma geração média de 350 toneladas por dia (ABRELPE, 2006).

2.4 Coleta dos Resíduos

Segundo a Constituição Federal, capítulo IV, artigo 30, verso V, é obrigação de todo município “organizar e prestar os serviços públicos, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial”. O que inclui prover de forma adequada a coleta, o manejo, o transporte e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, sendo necessária a dotação orçamentária para tanto (ABRELPE, 2006).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT, através da NBR 13.463 (1995), classifica a coleta de resíduos sólidos, os equipamentos que são utilizados, o acondicionamento de resíduos e as estações de tratamento ou transbordo dos mesmos. Quanto à classificação da coleta tem-se:

a) Coleta regular

- Coleta domiciliar: geralmente executada ou terceirizada pelo município;
- Coleta de resíduos de feiras, praias e calçadas: geralmente executada ou terceirizada pela empresa responsável pelo saneamento urbano da cidade;
- Coleta de varredura: é a limpeza dos logradouros públicos;
- Coleta de resíduos dos serviços de saúde: é a coleta que pelas características do veículo coletor se classifica em hospitalar externa e ambulatorial.
- Coleta de resíduos com riscos a saúde: é a coleta dos resíduos como produtos químicos ou os próprios resíduos hospitalares, etc.

b) Coleta especial: é a coleta de resíduos como agrotóxicos, pilhas, baterias, lâmpadas, etc.

c) Coleta seletiva: é a coleta de resíduos que podem ser reciclados como papel, plástico, papelão, vidro, etc.;

d) Coleta particular

- Coleta de resíduos industriais: é a coleta dos resíduos gerados pelas indústrias. A variação dos resíduos depende da atividade da indústria;
- Coleta de resíduos comerciais: é a coleta dos resíduos gerados pelos estabelecimentos comerciais e varia de acordo com a atividade do estabelecimento;

Os tipos de coletas mais comuns são as coletas regulares e as coletas particulares. A coleta regular, de competência do governo municipal, refere-se à

coleta de resíduos nas ruas; o próprio governo pode ter uma secretaria só para este serviço ou pode contratar uma empresa terceirizada para isso.

Os resíduos gerados nos condomínios, mesmo sendo uma coleta particular, encaixam-se também na modalidade de coleta regular já que o município realiza este serviço. Na coleta particular, os serviços a ser executado nas indústrias ou nos estabelecimentos comerciais são de competência da empresa que gera o resíduo.

2.5 Transporte dos Resíduos

O transporte dos resíduos sólidos, seja ele em compactadores, tonéis ou caçambas, não deve ser, em hipótese alguma realizado de qualquer maneira. Há diversos tipos de resíduos e para cada um existe um meio adequado de ser transportado.

O caminhão de lixo é o veículo mais utilizado para o transporte dos resíduos que são gerados pela população em uma cidade. Isso se dá pelo fato de que um caminhão consegue transportar um número maior de resíduos de uma só vez do que outros veículos gerando economia nos custos de operação deste setor.

O estado de conservação do meio de transporte e a aplicação deste meio para atender a legislação ambiental, seja ela federal, estadual ou municipal, deve ser de responsabilidade do gerador dos resíduos (NBR 13.221).

2.5.1 Caminhão coletor

O caminhão coletor é o mais tradicional e mais usado como meio de transporte de resíduos. O caminhão possui uma carroceria compactadora de resíduos que permite ao veículo transportar um volume maior de resíduos por viagem, conforme mostrado na Figura 01.



Figura 01 – Caminhão compactador

Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

O caminhão compactador é muito comum nas empresas que prestam serviços para prefeituras para executar o serviço de coleta urbana. O veículo por transportar uma maior quantidade de resíduos em um só transporte, evita um deslocamento maior, gerando economia de combustível e economia dos custos de manutenção.

2.5.2 Veículo com caçamba estacionária ou contêiner

O caminhão poliguindaste como é conhecido o veículo com caçamba estacionária, não é tão comum, mas também não menos importante que o caminhão compactador. Este caminhão é bastante utilizado pelas empresas que recolhem entulhos de obras, pois, são resíduos que não podem ser compactados.

A Figura 02 mostra um caminhão tipo poliguindaste simples. O caminhão tem o mesmo mecanismo do caminhão de poliguindaste duplo, porém, só transporta uma caixa coletora por vez, ideal para trabalhos que não exija percursos longos.



Figura 02 – Caminhão tipo poliguindaste simples

Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

O poliguindaste é um sistema de transporte de resíduos, geralmente resíduos sólidos, que contém dois braços articulados movidos por dois pistões (um de cada lado), capazes de içar caixas coletoras que são presas através de garras, ligadas por uma corrente altamente resistente.

A depender do tamanho do poliguindaste, este pode transportar até duas caixas coletoras por vez, devido ao sistema de deslocamento que há. Os poliguindastes podem içar caixas coletoras de 7m³ e com até oito toneladas cada.

A Figura 03 mostra um caminhão poliguindaste com capacidade de transporte de duas caixas coletoras.



Figura 03 – Poliguindaste duplo

Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

2.5.3 Caixas estacionárias

As caixas coletoras são compartimentos fabricados em chapa de aço, utilizadas para o armazenamento provisório de resíduos, que podem ser transportados por caminhões com sistema poliguindaste ou caminhões coletores que possuem o mecanismo de içamento destas caixas. As caixas coletoras são adquiridas de acordo com o tipo de atividade e com a quantidade de lixo a ser recolhida. Os tamanhos variam de 3m³ a 7m³.

A Figura 04 mostra as caixas coletoras dispostas no local de recolhimento dos resíduos. Nota-se que uma das caixas está com um calço de concreto para, além de demarcar o espaço para cada uma delas, preservar a parte de baixo das mesmas, pois sofrem muito atrito no decorrer da operação e é vital que não seja danificada para evitar vazamentos de chorume decorrente da decomposição do lixo.



Figura 04 – Caixas coletoras

Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

2.5.4 Compactador estacionário

A Figura 05 mostra um compactador estacionário. Os compactadores estacionários são caixas coletoras com mecanismo de compactar o lixo em uma taxa de 1:4, ou seja, para cada 4m³ de resíduo coletado, este volume passará a ser de 1m³ compactado. A taxa de compactação dos resíduos passa a ser quatro vezes

a mais do que volume do compactador. Ou seja, como o compactador possui um volume de 7m^3 , então seu volume inicial não compactado é de 28m^3 .



Figura 05 – Compactador estacionário
Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

2.6 Destinação Final dos Resíduos Sólidos

O estudo realizado pelo IBGE, no ano de 2002, na Pesquisa Nacional Saneamento Básico - PNSB, aponta que no Brasil os locais para tratamento e destinação final dos resíduos são: vazadouro a céu aberto, vazadouro em áreas alagadas, aterro controlado, aterro sanitário, aterro de resíduos especiais.

O estudo ainda indica uma quantidade de 8.381 municípios que possuem um serviço de limpeza urbana ou coleta de lixo. Os percentuais de despejo nos diferentes locais de destinação estão estratificados no Gráfico 03.

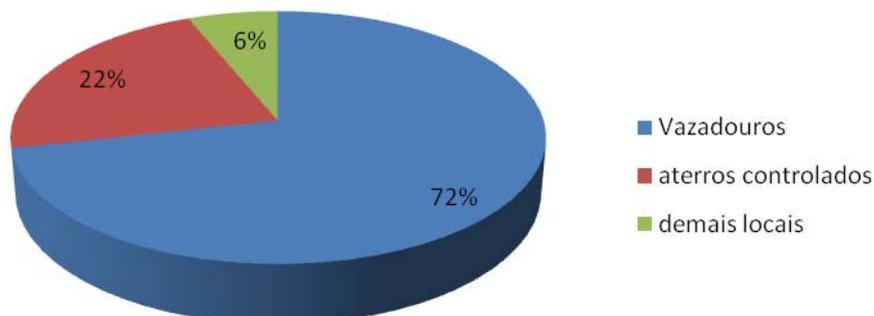


Gráfico 01 – Mapa da destinação dos resíduos no Brasil
Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

Os demais locais citados no Gráfico 03 correspondem aos aterros sanitários, aterros de resíduos especiais, usinas de compostagem ou usinas de reciclagem e incineração.

A destinação do resíduo é a fase final do processo de coleta dos resíduos sólidos, a partir daí o resíduo entra em decomposição. Através do Gráfico 03, observa-se que mais de 70% dos resíduos gerados no Brasil tem um destino incorreto que são os vazadouros ou lixões, e com a escala de produção de resíduos crescendo a cada dia, ficará mais difícil armazená-los causando problemas de saúde e impacto ambiental.

2.6.1 Lixões ou vazadouros

A maneira incorreta de disposição dos resíduos, que não visa a proteção do meio ambiente ou da saúde pública, são os lixões ou vazadouros. Os resíduos são despejados a céu aberto sem levar em consideração a área que está sendo feita a descarga, a contaminação de efluentes ou lençóis freáticos e a liberação de gases.

Os resíduos podem gerar graves problemas a saúde pública como, por exemplo, a proliferação de doenças, a geração de odores, e principalmente a poluição do solo, que pode contaminar a água dos lençóis freáticos que é usada pelas residências através de poços (URBANO, 2004).

Um grande problema neste tipo de destinação são os catadores, que praticamente moram nos lixões à procura de algo para sobreviver. Como se pode ver nas Figuras 06 e 07, a situação destas pessoas depende de cada caminhão que chega para despejar os resíduos. Os catadores não têm perspectiva alguma de vida devido à proliferação de doenças e falta de saneamento nestas áreas.

Os lixões, quando próximos de aeroportos, podem causar acidentes devido a presença de urubus que planam nestas regiões. No ano de 2008, nos três maiores aeroportos do país (Carlos Jobim no Rio de Janeiro, Guarulhos e Congonhas em São Paulo) foram registrados quase 100 acidentes com aves, segundo informações do CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos).



Figura 06 – Catadores de lixo
Fonte: <http://funverde.wordpress.com>



Figura 07 – Lixão
Fonte: <http://funverde.wordpress.com>

2.6.2 Aterro controlado

Os aterros controlados são menos prejudiciais que os vazadouros ou lixões a céu aberto, pois, a cada camada de lixo que é depositada no dia é recoberta com terra. Esse procedimento reduz a poluição no local, porém, não é o método mais adequado, visto que haverá contaminação do solo, já que não há proteção para este problema, devido a não impermeabilização da área abaixo dos resíduos (D'ALMEIDA et al, 2000).

Um aterro controlado é o método mais simples para extinguir um lixão. A poluição visual e a redução da geração de odores são reduzidas significativamente

devido à compactação dos resíduos antes de ser coberto com a camada de terra. A Figura 08 mostra um trator cobrindo o lixo com uma camada de terra em um aterro controlado.



Figura 08 – Processo de cobertura com terra em um aterro controlado

Fonte: <http://www.prefeituracampanha.mg.gov.br>

A Figura 09 mostra um aterro controlado já com a camada de terra sobre o lixo. Este procedimento é realizado diariamente para não acumular muitos resíduos na área do aterro. Esse procedimento evita que os resíduos fiquem expostos a céu aberto, diminuindo a emissão de gases e reduzindo a proliferação de doenças e mau cheiro e evita a circulação de urubus na área do aterro.



Figura 09 – Aterro controlado ao final do processo de cobertura com terra

Fonte: <http://www.etecarlosdecampos.com.br>

2.6.3 Aterro sanitário

Um aterro sanitário é totalmente diferente de um aterro controlado. O processo de cobertura dos resíduos com terra é comum para os dois tipos, porém, um aterro sanitário é construído antes mesmo de receber resíduos. O aterro sanitário se diferencia de um aterro controlado em vários fatores, como:

- Aproveitamento do biogás – os gases gerados pela decomposição dos resíduos geram gases e que são canalizados até uma estação para ser reaproveitado. Para se ter uma idéia, o gás decorrente da decomposição gera energia e pode até fazer funcionar o maquinário presente no aterro (KAIMOTO, L.S.A. *et al*, 2006).
- Canalização dos gases – a canalização dos gases está diretamente ligada ao aproveitamento do biogás. São através destes dutos que o gás gerado é levado até as estações de tratamento dos gases oriundos da decomposição dos resíduos (KAIMOTO, L.S.A. *et al*, 2006).
- Dreno do chorume – chorume é um líquido escuro que também tem origem na decomposição dos resíduos. Este líquido é altamente tóxico e tem facilidade para penetrar no solo e contaminar os lençóis freáticos que podem

levar água contaminada para a população. O dreno deste líquido é feito através de valas que são geometricamente instaladas para levar o chorume a sua estação de tratamento por força da gravidade. O chorume fica armazenado num reservatório, totalmente impermeabilizado, onde é realizado o tratamento deste líquido (GUIZARD et al, 2006).

- Impermeabilização do solo – etapa importante, senão a mais importante, na construção de um aterro sanitário é a impermeabilização do solo. Como citado no tópico dreno do chorume, a não impermeabilização do solo pode levar a contaminação não só do próprio solo, mas também dos lençóis freáticos se a área em que o aterro for construído seja propensa a passagem de lençóis freáticos. A impermeabilização do solo é iniciada com a colocação de um metro de argila. Após a colocação da manta, é colocada uma manta de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e após isso os resíduos são depositados em camadas e ordenados em formato de pirâmide na medida em que a quantidade de resíduos na área do aterro aumentar (GUIZARD et al, 2006).

A Figura 10 mostra uma esquematização de um aterro sanitário. É possível observar, principalmente, a canalização dos gases e chorume e a impermeabilização.

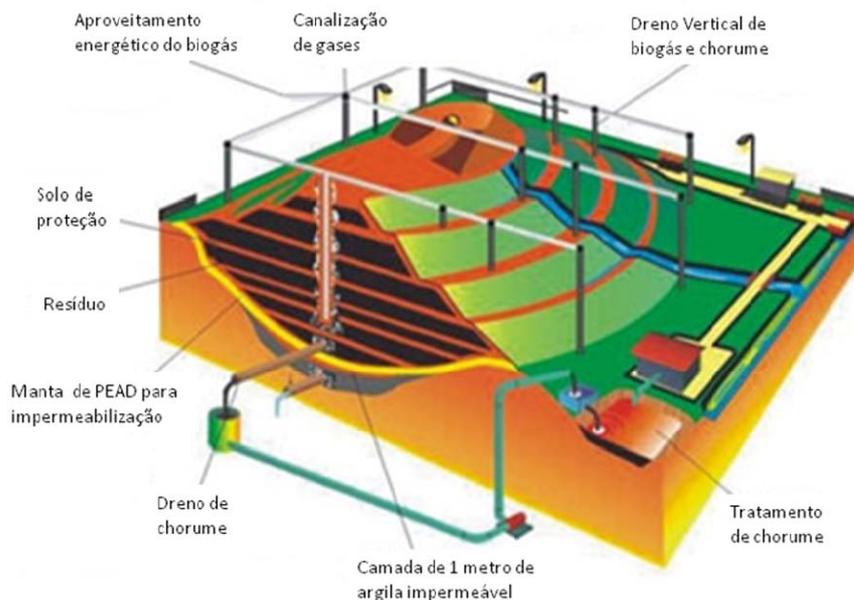


Figura 10 – Esquema de um aterro sanitário

Fonte: www.recicloteca.org.br

2.7 Tratamento de Resíduos

O tratamento dos resíduos são técnicas que visam o reaproveitamento do lixo em uma nova matéria. O que pode ser gerado através deste processo pode ser ou não igual ao lixo, por exemplo, em uma compostagem, a série de resíduos orgânicos gera fertilizante de alta qualidade, enquanto, que no processo de reciclagem do papel pode ser gerado um novo papel.

2.7.1 Compostagem

A população brasileira produz, em peso, cerca de 50% de todos os resíduos gerados de matéria orgânica. Grande parte desses resíduos é acumulada em lixões, que são os locais onde a maior parte do lixo é destinada, trazendo prejuízos notáveis ao solo, ao ar e a água e pode também abrigar vetores de doenças epidemiológicas. (BARREIRA et al, 2006).

Segundo Paes e Ceballos (2002), com toda esta produção de resíduos orgânicos, aliada ao problema de destinação final desses resíduos, uma solução adequada e economicamente viável é a compostagem. Este processo visa produzir um material rico em composto orgânico que o torna útil para a agricultura e reduz a quantidade de resíduos enviada para aterros controlados ou sanitários, ampliando assim o tempo de vida útil dos mesmos.

O processo da compostagem é a decomposição controlada de materiais orgânicos por microorganismos num ambiente úmido aquecido, através da areação aeróbia ou anaeróbia (BARREIRA et al, 2006)

Chambel (2005) ressalta que a compostagem é um processo quase que inteiramente biológico, dependendo, em suas fases, da atuação de microorganismos e alguns fatores podem afetar na qualidade do produto final. Os fatores:

- Arejamento;
- Umidade;
- Temperatura ambiente (entre 60° e 70°);
- Composição do composto (relação C/N);
- Granulometria;
- pH.;
- Aeração;

- Fungos e bactérias.

Uma definição mais simplificada da compostagem é a transformação de matéria orgânica, através da ação de microorganismos em um ambiente úmido e aquecido, em um material rico em substâncias que são usadas pela agricultura como adubo ou fertilizante. Neste processo, há produção de dióxido de carbono, água, minerais, e o próprio composto.

Com a produção de dióxido de carbono, a temperatura no composto se eleva, causando assim a evaporação da umidade presente, sendo necessário o revolvimento do material em uma determinada frequência para que a umidade nas leiras de compostagem esteja presente e não atrase o processo.

A Figura 11 mostra as leiras de compostagem ainda em fase inicial. As telas que circundam o ambiente se fazem necessário para evitar a presença de mosquitos e insetos no local.



Figura 11 – Leiras de compostagem em fase inicial

Fonte: www.amparo.sp.gov.br

A Figura 12 mostra outra forma de disposição de compostagem: totalmente artificial, ou seja, o local é totalmente coberto e não há ação da natureza sobre o composto, processo que requer alto controle das leiras, principalmente quanto à umidade.



Figura 12 – Leiras de compostagem em ambiente artificial

Fonte: www.hoteliernews.com.br

2.7.2 Reciclagem

A criação de políticas ambientais nos países desenvolvidos despertou o interesse da população pela questão dos resíduos sólidos e o seu reaproveitamento. O aumento da geração do lixo começou a preocupar ambientalistas e a população, tanto pelo seu potencial poluidor, quanto pela necessidade de se identificar novos meios de armazenamento dos resíduos.

Entre as alternativas para tratamento ou redução dos resíduos sólidos urbanos, a reciclagem é aquela que desperta maior interesse na população, principalmente por levá-la a uma preocupação maior com a preservação ambiental (Hiwatashi, 1999).

Os principais benefícios ambientais da reciclagem dos materiais existentes no lixo (plásticos, papéis, metais e vidros) são (Hiwatashi, 1999):

- a economia de matérias-primas não-renováveis;
- a economia de energia nos processos produtivos;
- o aumento da vida útil dos aterros sanitários.

Outro aspecto relevante que deve ser considerado é que a implantação de programas de reciclagem estimula o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental e dos princípios de cidadania por parte da população. A política dos 3 R's (reduzir, reutilizar e reciclar) é um exemplo claro disso. Esta política faz parte de um processo educativo que tem por objetivo uma mudança de hábitos no cotidiano dos

cidadãos. O ponto principal é levar o cidadão a repensar seus valores e práticas, reduzindo o consumo exagerado e o desperdício (BARROSO, 2007).

As empresas já praticam esta política com um simples ato de reutilizar o lado inverso de uma folha de papel e nas indústrias a substituição de matéria-prima por sucata. Embora o investimento seja escasso para implantação destes programas em todo o Brasil, algumas cidades vêm fazendo sua parte, procurando modelos alternativos e adequados às suas condições econômicas. Os programas mais comuns são as de utilização dos pontos de coleta voluntária, nos quais a população descarta os materiais separados em suas residências.

Estes pontos de coleta são contêineres que são separadas por cores de acordo com a resolução CONAMA nº 275 de 25/04/2001. Cada cor representa um tipo de resíduo diferente. Estas cores também são utilizadas nas campanhas educativas quanto a segregação dos resíduos. A relação resíduo e cor é identificada no Quadro 01.

Quadro 01 – Recipientes de coleta seletiva

Cor	Material reciclável
Azul	Papéis com fundo branco, revistas, papéis de fax, cópias xerox, papelão (caixas), jornais, papéis de embalagem, sacos (embalagens) de produtos não contaminados.
Vermelha	plásticos em geral, sacos plásticos, etc.
Verde	Frascos de laboratório, garrafas, vidros de janelas, vidros de mesas e vidros quebrados.
Amarela	metais em geral descontaminado.
Preta	Restos de madeiras, cavacos de madeira, serragem, portas e esquadrias.
Laranja	Resíduos perigosos - tonéis de óleo e graxa, solos contaminados, sucatas contaminadas, plásticos/borrachas contaminadas, madeiras contaminadas, resíduos de amianto, recipientes de solventes, etc.
Branca	resíduos gerados no interior de hospitais ou casas de saúde.
Branca/Marrom	Areia, calcário e solo, tijolos, cimento, telhas (cerâmica, fibrocimento), concreto e entulhos.
Marrom	Papel plastificado, papel carbono, fitas e etiquetas (adesivas), papel higiênico / papel toalha, lixas, isopor, EPI's usados não contaminados e detritos de varrição não contaminados.
Cinza	Papel plastificado, papel carbono, fitas e etiquetas (adesivas), papel higiênico / papel toalha, lixas, isopor, EPI's usados não contaminados e detritos de varrição não contaminados.

Fonte: www.lixo.com.br

Os resíduos sólidos, em sua maioria, são materiais que são passíveis de reaproveitamento e isso gera economia nos processos. Há diversas maneiras de se tratar um resíduo sólido. O processo entre a geração do resíduo até seu destino final pode ser realizado em um menor espaço de tempo, mas gerar não conformidades ambientais ou também pode demandar um pouco mais de tempo e oferecer benefícios para a população e meio ambiente.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho constitui um estudo de caso no processo de recolhimento e destinação dos resíduos sólidos recolhidos pela L&M Serviços e Reciclagem Ltda. O estudo de caso trata-se de uma abordagem metodológica de pesquisa que visa analisar atividades ou processos e através desta, identificar, mapear e propor alterações no modo como é conduzida essas atividades.

A abordagem dos dados é de caráter qualitativo. A obtenção dos resultados, através de pesquisas descritivas, foi realizado com o acompanhamento do processo durante o estudo

O desenvolvimento do trabalho foi avaliar a forma como era realizado o processo de recolhimento dos resíduos, desde a fonte geradora até sua destinação final. Com a obtenção destes dados, é possível realizar uma análise de viabilidade para uma posterior implantação de uma nova sistemática, que resultará em melhorias no desenvolvimento e na gestão do negócio.

O estudo desta sistematização fornece dados com os quais mostra-se a importância do mesmo para controle e planejamento dos mesmos que dão continuidade ao processo de melhoria contínua da empresa.

3.1 Ambiente de Estudo

A L&M é uma empresa que atua no ramo de transporte de resíduos desde 2001 e o processo consiste no recolhimento dos resíduos nas fontes geradoras e o encaminhamento até o aterro controlado da cidade.

A empresa conta com um total de 05 caminhões, 22 caixas coletoras e 03 compactadoras estacionárias. Os recursos humanos da L&M contam com 05 motoristas, 05 ajudantes, 01 supervisor e 01 profissional na área de planejamento e controle.

3.2 Análise dos Dados

Os dados recolhidos para este estudo foi estritamente presencial nos locais onde a empresa coleta os resíduos. Foram utilizados formulários para mapeamento dos resíduos coletados, o tempo de execução para cada atividade, o espaço de trabalho, *check list* operacional dos caminhões e utilização dos EPI's (equipamentos de proteção individual) pelos colaboradores.

O diálogo com os funcionários da empresa e com as pessoas que estão diretamente ligadas ao serviço, a particularidade de cada local de coleta e os diferentes tipos de atividades foi fundamental para obtenção dos dados do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de coleta, transporte e destinação dos resíduos da L&M é realizado e mantido pelos funcionários da empresa através da presunção da tarefa e não pelo seu conhecimento técnico, que visa a redução dos custos, controle das atividades com segurança, proteção ao meio ambiente e manutenção dos ativos da empresa. O mapeamento do processo é fundamental para identificação dos processos essenciais e para a análise de cada sistema envolvido no processo como um todo.

4.1 Mapeamento do Atual Processo

A L&M Serviços e Reciclagem Ltda. realiza sua atividade de forma muito simples: o caminhão sai da garagem, se dirige ao estabelecimento onde deverá ser realizada a coleta dos resíduos e em seguida, destina-os para o aterro controlado da cidade de Aracaju, conforme Figura 13:

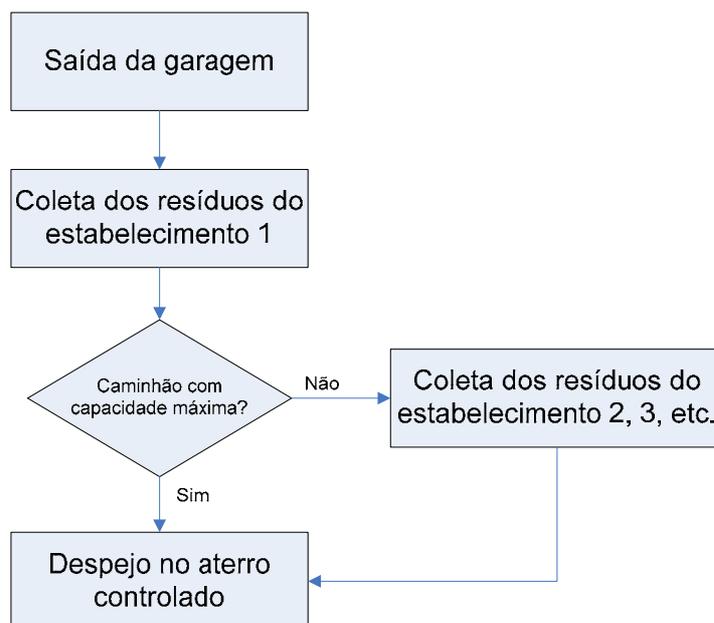


Figura 13 – Fluxograma atual da L&M

Fonte: Laércio Lopes de O. Neto

A presença dos processos de coleta, transporte e destinação dos resíduos fica claro no fluxograma. Os processos que mais demandam tempo no processo são a coleta e o transporte dos resíduos devido ao não planejamento/coordenação das atividades.

A descrição, a identificação dos pontos de melhoria e as melhorias propostas nos três processos principais da empresa (coleta, transporte e destinação dos resíduos), serão estudados nos tópicos a seguir.

4.2 Coleta de Resíduos

A coleta dos dados na fase do recolhimento é essencial, visto que é neste ponto que pode haver perdas de produtividade e qualidade operacional em potencial se não estudadas e remediadas. A coleta é o momento em que o caminhão chega ao estabelecimento e procede com a coleta dos resíduos da fonte geradora.

Na chegada do caminhão ao estabelecimento, os funcionários da L&M verificam a quantidade de caixas estacionárias ou tambores de lixo a serem coletados. No caso de caixas estacionárias, o caminhão a ser utilizado é o poliguindaste e no caso dos tambores é utilizado o caminhão coletor.

Os tambores de lixo são totalmente esvaziados e os resíduos coletados. Esse fato só não ocorre se o interior do caminhão coletor não comportar a quantidade de lixo presente em todos os tambores.

No caso das caixas coletoras, nas quais não há como compactar os resíduos, os operadores decidem além de recolher as caixas cheias, verificar se os lixos armazenados nas outras caixas estacionárias podem ser coletados também. A orientação dada aos funcionários para este procedimento é apenas de transportar os resíduos, caso as tampas que fecham as caixas estacionárias estejam fechadas, pois, uma vez abertas, podem derramar lixo nas ruas, e o caminhão não pode transportar os resíduos fora das caixas.

O tempo de recolhimento dos resíduos para um caminhão poliguindaste é em média 10 minutos. Alguns fatores impedem que este tempo seja menor e torne o processo mais produtivo, como:

- Espaço suficiente, porém, inadequado;
- Má conservação da área de coleta;

- Concorrência de espaço dos caminhões com outros veículos;
- Layout de maquinário;

Para a análise média deste tempo, foi utilizado um formulário de avaliação de recolhimento, conforme Figura 14. O formulário além de medir o tempo gasto na atividade, prescreve se a área de recolhimento está bem cuidada, se é adequada para a realização da operação e quais os resíduos estão sendo coletados.

 AVALIAÇÃO DE RECOLHIMENTO ESTUDO DE CARGA RECOLHIDA	
Avaliado por: _____	
Data: ___/___/___	
ESTABELECIMENTO:	
TIPO DO CAMINHÃO: <input type="checkbox"/> POLIGUINDASTE <input type="checkbox"/> COLETOR	
TEMPO UTILIZADO	
HORA CHEGADA: <input type="text"/>	TEMPO TOTAL NO ESTABELECIMENTO: <input type="text"/>
HORA SAÍDA: <input type="text"/>	
HORA INÍCIO DO RECOLHIMENTO: <input type="text"/>	TEMPO TOTAL DE RECOLHIMENTO: <input type="text"/>
HORA FINAL RECOLHIMENTO: <input type="text"/>	
MATERIAIS RECOLHIDOS	
INORGÂNICOS: <input type="checkbox"/> PAPEL <input type="checkbox"/> VIDROS <input type="checkbox"/> PLÁSTICO <input type="checkbox"/> BORRACHA <input type="checkbox"/> PAPELÃO <input type="checkbox"/> MADEIRA	ORGÂNICOS: <input type="checkbox"/> RESTO DE ALIMENTOS <input type="checkbox"/> ALIMENTOS EMBALADOS <input type="checkbox"/> ALIMENTOS ESTRAGADOS
ÁREA DE RECOLHIMENTO: <input type="checkbox"/> ESPAÇO ADEQUADO <input type="checkbox"/> ESPAÇO SUFICIENTE <input type="checkbox"/> POUCO ESPAÇO	
Observações: _____ _____ _____ _____	
OBSERVAÇÕES: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	

Figura 14 – Formulário de avaliação de recolhimento

Fonte: Laércio Lopes de O. Neto

Os espaços, geralmente, são suficientes para os resíduos, porém, não são adequados para operação dos caminhões. Atualmente, a área de operação do Shopping Jardins, o maior cliente da empresa, fica no centro do estacionamento do shopping no que redobra a atenção do condutor do caminhão com outros caminhões e funcionários que ali circulam.

Nos locais reservados para a destinação dos resíduos há pouco espaço para a manobra dos caminhões, não há uma limpeza correta e constante do local, e muitas vezes as caixas são dispostas de forma errada, esses fatores dificultam a tarefa, tornando o processo lento e perigoso para os funcionários da L&M.

A figura 15 mostra o local onde fica uma compactadora estacionária. Observa-se que há pallets e outros equipamentos obsoletos no local da coleta e a limpeza no local é deficiente. Nas condições encontradas, a operação de retirar o equipamento requer um tempo acima do padrão.



Figura 15 – Compactadora estacionária
Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

Os locais destinados à retirada dos resíduos ficam próximos a áreas de carga e descarga de clientes como GBarbosa e Shopping Jardins. Com isso o espaço torna-se movimentado, e visto a complexidade da operação, alguns acidentes podem ocorrer, pois, pessoas que circulam no local, não identificam os perigos que envolvem a operação.

Outro problema que causa transtorno no processo de coleta é quando carros de clientes dos estabelecimentos, onde é realizada a coleta, bloqueiam a

entrada do caminhão no local devido, causando atrasos. A Figura 16 mostra um carro de cliente estacionado no local de recolhimento, obstruindo a entrada do caminhão. Esse fato, geralmente, ocorre nos pátios de recolhimento dos supermercados.



Figura 16 – Obstrução de área de carregamento 01

Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

Outro fator não tão complexo, mas que pode atrasar o desenvolvimento das atividades, é a disposição ou layout do maquinário nos locais de coleta. O antigo layout do Shopping Jardins fazia com que os operadores executassem mais manobras para posicionar os caminhões para içar as caixas coletoras.

As caixas são dispostas formando um ângulo de 90° entre o caminhão e a posição adequada de recolhimento que torna as manobras do caminhão mais lentas. A seqüência da atividade é descrita na figura 16, obedecendo a ordem de 01 a 04.

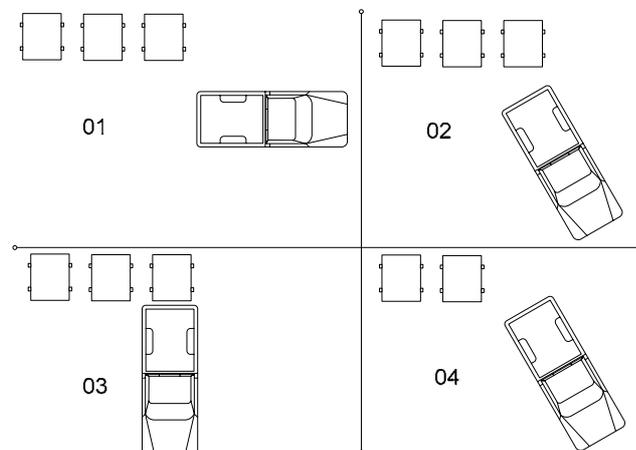


Figura 17 – Layout antigo das caixas coletoras do Shopping Jardins

Fonte: Laércio Lopes de O. Neto

A área de coleta é o espaço utilizado para a disposição das caixas coletoras para quando cheias, serem recolhidas pelos caminhões. A área deve ser um local com espaço adequado para manobra segura dos caminhões para não haver colisão entre o caminhão e a infra-estrutura do local ou com outros veículos e principalmente o acidente com as pessoas que trabalham no local. Geralmente, essa área também abriga o espaço para carga e descarga de produtos e materiais utilizados ou comercializados pelos clientes.

As melhorias no recolhimento partem, a princípio, da mudança no layout ou nos arranjos físicos dos clientes onde a L&M realiza seus serviços. Alterando o local ou a disposição das caixas ou dos tonéis, que fazem parte do processo de produção da empresa, pode-se obter um ganho na produtividade, conforme observação nas dependências do Shopping Jardins.

As Figuras 18 e 19 mostram o layout da nova disposição das caixas coletoras, após propostas de melhoria do layout do local, as caixas são dispostas na diagonal da entrada, formando um ângulo de aproximadamente 45° com a entrada/saída dos caminhões.

Um estudo de tempos e movimentos realizado no local indicou que a operação gastava cerca de 8 a 10 minutos para posicionar o caminhão, içar a caixa coletora e sair do local de coleta com o antigo layout. O posicionamento das caixas no novo layout gerou uma economia de tempo entre 2 e 4 minutos. A economia de tempo ao final do expediente totalizou em média 25 minutos. A operação é realizada seis vezes em um dia.

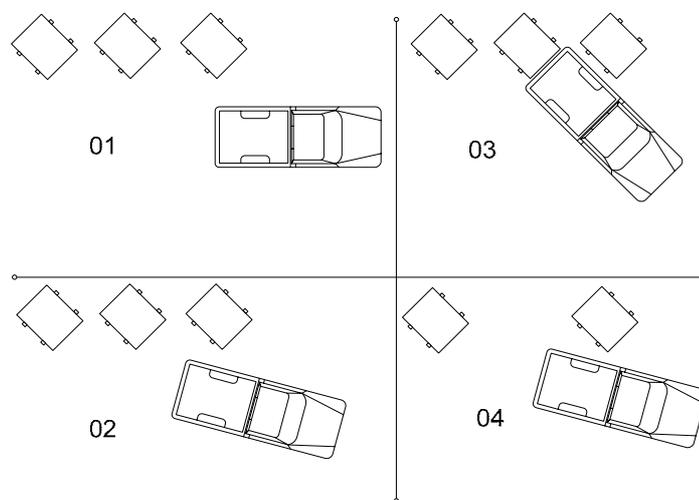


Figura 18 – Novo layout das caixas coletoras do Shopping Jardins

Fonte: Laércio Lopes de O. Neto



Figura 19 – Novo layout das caixas coletoras do Shopping Jardins

Fonte: Laércio Lopes de O. Neto

Outra forma de melhoria no arranjo físico é a identificação da área onde os caminhões realizam seus serviços, ou seja, a demarcação do piso onde as caixas coletoras são dispostas. Isto evitaria que as caixas tenham um local padrão de disposição e também que carros e caminhões estacionem nos locais onde são realizados os serviços. Cones ou cavaletes podem também serem instalados para impedir que o fato ocorra. Podem ser instaladas também, placas de sinalização identificando que é um local de coleta dos resíduos.

Hoje, quando o fato ocorre, um funcionário da L&M comunica ao responsável pela área e a operação só poderá ser iniciada após o veículo estacionado neste local seja retirado.

As mudanças podem ser realizadas em parceria com os clientes da L&M, apresentando aos mesmos um relatório contendo a justificativa para a realização destas mudanças. Além da maior produtividade, o benefício que os clientes terão é a menor permanência de um veículo de carga, o caminhão neste caso, nas suas dependências.

4.2 Transporte dos Resíduos

O transporte dos resíduos sólidos é a tarefa de ser um intermediário entre a fonte geradora dos resíduos e a sua disposição final. O transporte se inicia a partir do momento em que a tarefa de coleta é concluída. Após este ponto, o motorista e o

ajudante, a partir da quantidade de resíduos coletados, decidem se é necessário o deslocamento até o aterro controlado para descarregar o caminhão.

Os resíduos que são coletados pela L&M são transportados de duas maneiras: em coletores compactadores ou em caixas coletoras de 5m³.

As rotas dos caminhões são definidas pelos próprios motoristas. Apenas os locais em que cada caminhão deverá realizar a coleta são previamente estabelecidos pela área técnica operacional da L&M.

No transporte, o preparo e o treinamento dos motoristas são essenciais para a realização da tarefa. Por vezes, os motoristas se deparam com situações difíceis, pois, os locais de manobra dos caminhões são compactos e, principalmente, a área do aterro no período de chuvas torna-se intransitável.

Um problema que esporadicamente ocorre, mas que causa transtornos para a área de supervisão da empresa é quando os caminhões falham por problema mecânico ou elétrico no momento em que estão executando a atividade do transporte dos resíduos. Este problema ocorre porque não são realizados conferências dos principais componentes do caminhão por parte da empresa. Os motoristas simplesmente chegam na garagem, tomam o caminhão e se dirigem aos estabelecimentos.

Outro problema é a falta de conservação dos equipamentos de coleta dos resíduos, que são as caixas coletoras ou os próprios coletores. A não conservação destes itens causa vazamentos do chorume do lixo e polui o meio ambiente.

As soluções para sanar os problemas descritos e para tornar o processo tecnicamente mais correto, é o procedimento de inspeção antes do início das atividades. A implantação de um check-list operacional para o preenchimento dos motoristas antes de sair para realizar sua rota, pode evitar ou detectar um problema mecânico no caminhão ou nos equipamentos de coleta. Foi elaborado um check-list para a conferência dessas variáveis.

	
CHECK-LIST OPERACIONAL AValiação DIÁRIA DE CONFORMIDADE DOS EQUIPAMENTOS	
Avaliado por: _____ Data: ____/____/____	
TIPO DO CAMINHÃO: <input type="checkbox"/> POLIGUINDASTE <input type="checkbox"/> COLETOR PLACA: _____ NÍVEL DO ÓLEO: <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NOK Ação: _____ COMBUSTÍVEL: <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NOK Ação: _____ FUNCIONAMENTO: <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NOK Ação: _____ PNEUS: <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NOK Ação: _____	
EQUIPAMENTO: NÍVEL DO ÓLEO: <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NOK Ação: _____ FUNCIONAMENTO: <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NOK Ação: _____	
EPI's <input type="checkbox"/> MÁSCARA <input type="checkbox"/> LUVA PVC <input type="checkbox"/> ÓCULOS <input type="checkbox"/> CAPA DE CHUVA <input type="checkbox"/> BOTA <input type="checkbox"/> AVENTAL PVC	Observação: Na falta ou desgaste de algum EPI, comunicar ao supervisor operacional e solicitar ao mesmo a reposição do EPI. Atenção! Só iniciar a tarefa com a utilização de todos os EPI's.
OBSERVAÇÕES: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	

Figura 20 – Check-list operacional

Fonte: Laércio Lopes de O. Neto

O check-list operacional permite ao funcionário da L&M identificar possíveis problemas no funcionamento do caminhão ou do maquinário de coleta. O mesmo também indica se o funcionário está com todos os EPI's necessários para a operação e se os mesmo estão em bom estado de conservação. Há também um espaço para o funcionário relatar observações inerentes ao processo.

Outra solução viável para a melhoria no transporte é o planejamento de rota. O planejamento pode trazer benefícios com o tempo gasto no deslocamento.

Por vezes, o caminho mais curto não é o mais rápido, por isso, o acompanhamento da equipe técnica no dia-a-dia para mapear as possíveis rotas e os melhores horários, poderá trazer melhorias para o transporte dos resíduos.

O planejamento de rota deverá conter os horários limites de recolhimento nos estabelecimentos nos quais a L&M realiza seus serviços e as melhores rotas a partir do estabelecimento de coleta do resíduo e o aterro controlado.

4.3 Destinação dos Resíduos

A quantidade de resíduos coletados pela L&M gira em torno de 829 toneladas por mês. A quantidade varia de mês para mês a depender da sazonalidade. Em alguns meses do ano essa média é menor, já em outros, a quantidade de resíduos coletado é maior. Isso representa cerca de 8 a 10% da quantidade de resíduos que é gerada por mês na cidade de Aracaju.

A Tabela 02 mostra o panorama de recolhimento, em toneladas, nas empresas que a L&M realiza o serviço de coleta.

Tabela 02 – Cliente em função do peso, total e média

Cliente	TOTAL/ano (toneladas)	Média/mês (toneladas)
AmBev	1.385	115
GBarbosa Comercial	3.720	310
Hiper Bompreço Jardins	677	56
Hiper Bompreço São José	397	33
Shopping Jardins	2.733	228
Shopping Riomar	691	58
Starfish Resort	340	28
TOTAL	9.943	829

Fonte: L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

Os resíduos gerados pelos clientes, com exceção da Ambev, são despejados no aterro controlado, porém, esta quantidade não é tão significativa quanto ao que é gerado pelo Shopping Jardins e G Barbosa.

Segundo a Emsurb, Empresa de Saneamento Urbano da cidade de Aracaju, cerca de 90% dos resíduos gerados na cidade é despejada no aterro

controlado. Isso representa cerca de 9500 toneladas de resíduos por mês despejados e a L&M contribui em média 10% deste número.

A solução para o exposto acima visa à separação do que é orgânico do inorgânico para evitar que resíduos como plásticos, papéis, metais e vidros virem lixo, deixando de ser reaproveitados e contribuindo para o aumento da quantidade de resíduos descartados e despejados no aterro.

Dado este fato, pode-se avaliar que é possível reduzir esta quantidade com o reaproveitamento dos resíduos. A L&M, mesmo tendo uma parcela pequena na quantidade de resíduos que são enviados ao aterro, iniciou alguns estudos para reaproveitar seus resíduos.

A maior preocupação da empresa são os resíduos orgânicos, que constituem cerca de 80% dos resíduos recolhidos, por isso, os estudos têm ênfase maior na destinação dos resíduos sólidos urbanos orgânicos.

Os tipos de resíduos que são recolhidos pela L&M são classificados em:

- Resíduos comerciais: o mais comum dentre os resíduos; é aquele que é produzido pelos estabelecimentos comerciais, sendo eles os shoppings centers, supermercados e hipermercados. Os tipos de resíduos são os mais diversos: restos de comida e resíduos gerados através da atividade comercial.
- Resíduos recicláveis: mais presente no recolhimento nos shoppings centers, devido à quantidade de lojas que não são do ramo alimentício que geram grande quantidade de papel, papelão e plástico.
- Resíduos industriais: este resíduo é recolhido apenas em um dos estabelecimentos em que a L&M realiza seus serviços. Esta empresa gera resíduos comerciais, recicláveis e o próprio resíduo industrial.

A análise foi realizada no Shopping Jardins, um dos principais clientes da empresa, e em diferentes horários para não haver incoerência dos dados obtidos, pois, a quantidade de resíduos orgânicos aumenta durante o período das refeições.

Um dos problemas para a destinação dos resíduos é a não apuração do peso por tipo de resíduo. Os locais de coleta não possuem balança para medir o peso total da carga, apenas a balança do aterro controlado da cidade fornece estes dados para a L&M e muito menos não há como medir o peso de cada tipo de

resíduo separadamente. Isto não permite a L&M saber ao certo quanto que representa ao final da coleta.

Outro problema comum encontrado é que os resíduos não são separados por tipo nos locais de coleta. Os resíduos são todos descartados e tanto os orgânicos quanto os inorgânicos são depositados em um único local. Neste caso, a perda de tempo com a separação dos resíduos seria muito grande. A separação (coleta seletiva) antes do descarte é a melhor maneira de resolver este problema.

O problema principal, nesta fase, é que todos os resíduos coletados são levados para o aterro controlado da cidade de Aracaju. Eles são depositados no referido aterro sem passar por nenhum processo de segregação. Os resíduos orgânicos e não orgânicos (passíveis de reciclagem) são dispensados, diminuindo cada vez mais a capacidade física do aterro controlado.

Para resolver os problemas citados anteriormente, requer um certo investimento nesta área, como por exemplo:

- Obtenção de balanças nos principais pontos de coleta, para validar a quantidade média de cada tipo de resíduo e depois realizar um estudo de viabilidade do reaproveitamento dos resíduos;
- Separar os resíduos na fase de coleta, identificando os locais de despejo dos resíduos orgânicos e dos inorgânicos. O treinamento dos funcionários para este processo é essencial, visto que eles não diferenciam os tipos de resíduo;
- Avaliar a possibilidade de reaproveitar os resíduos com processos comuns, como por exemplo: coleta seletiva para reaproveitar os resíduos inorgânicos e na compostagem, para reaproveitar os orgânicos;
- Campanhas educativas sobre a importância da coleta seletiva.

4.3.1 Coleta seletiva

Um dos assuntos mais comentados quando se fala em resíduos sólidos é a questão da coleta seletiva. A variável mais importante deste assunto é a conscientização. As empresas que costumam realizar esta atividade conscientizam e treinam seus funcionários a estarem depositando os resíduos nos lugares corretos.

Os benefícios com a adoção da atividade permitem a empresa, recolher diferentes tipos de resíduos. Haverá também uma redução no tempo entre o recolhimento e o destino final deste resíduo, visto que o mesmo não precisará passar por uma estação de triagem para segregá-lo. Como um dos projetos da L&M é reaproveitar todos esses resíduos, a segregação destes na fonte geradora, economizará mão-de-obra, tempo e recursos investidos de acordo com o que for gerado.

A operação de destinação de resíduos de forma seletiva inicia com a identificação dos tipos de resíduos que são gerados no local. O próximo passo é implantação de caixas coletoras com as cores dos resíduos identificados. As cores das caixas são descritas no Quadro 01.

Como a maior parte dos resíduos gerados é orgânica, a idéia inicial da separação e da coleta seletiva é identificar os grupos dos orgânicos dos inorgânicos. Essa medida traz facilidade no manuseio dos resíduos, visto que, o que for alimento (responsável por quase todos os resíduos do grupo de orgânicos) será destinado para a caixa de orgânicos e os papéis, papelões, plásticos, PET's, etc., serão depositados na caixa dos não orgânicos.

A segregação acontecerá na área de coleta dos clientes. Os funcionários da L&M e dos agentes de limpeza dos clientes serão treinados para abastecer as caixas ou tonéis de acordo com o tipo de resíduo. Os caminhões coletores, que tem capacidade de transportar mais resíduos, farão a coleta dos resíduos orgânicos e os caminhões poliguindaste farão a coleta dos resíduos inorgânicos.

A intensificação da campanha da coleta seletiva poderá surtir mais efeito com a parceria com os clientes da L&M. Os mesmos podem, além de entrar com algum investimento financeiro, viabilizando esta estratégia.

4.3.2 Compostagem

O aumento na quantidade de resíduos coletados acompanhou o crescimento da empresa, o que torna uma possibilidade o reaproveitamento dos mesmos. Da quantidade de resíduos coletados pela L&M, cerca de 60 a 70% deles são resíduos orgânicos ideais para a transformação em adubos e fertilizantes para a agricultura através da compostagem.

A compostagem é um processo longo, porém, rentável e que colabora com a diminuição da destinação dos resíduos orgânicos para o aterro. Após a

separação dos resíduos (orgânicos de inorgânicos) na fase de coleta, os resíduos serão encaminhados para o local onde se dará o processo de compostagem.

No processo da compostagem, os resíduos que podem ser utilizados serão agrupados nas leiras de compostagem dentro dos padrões ambientais.

Os resíduos passarão por um processo contínuo de compostagem e a medida que forem se transformando em matéria orgânica tipo adubo, serão retiradas das leiras e armazenadas em outro local para ser embalado e posteriormente vendido ou reaproveitado para o plantio.

O composto gerado a partir da compostagem serve para o plantio e para o uso geral na agricultura. Os compostos serão destinados aos pequenos agricultores da região que o utilizarão em suas plantações.

A adoção deste método de reaproveitamento trará para a L&M, além do retorno financeiro, a oportunidade de tornar o processo mais ecologicamente correto e também a oportunidade de reaproveitar a maior parte dos resíduos coletados e não destiná-los ao aterro controlado.

4.3.3 Centro de Triagem de Resíduos - CTR

Uma melhoria que visa o reaproveitamento dos resíduos e evita o envio de todos os resíduos coletados pela L&M ao aterro controlado de Aracaju é a implantação de um centro de triagem intermediário que terá a função de receber os resíduos, absorver o que puder ser reaproveitado e expelir o restante dos resíduos para ser encaminhado para o aterro controlado.

O centro de triagem trará produtividade a L&M visto que os caminhões não necessitarão realizar várias viagens ao aterro controlado, que é distante cerca de 20 km do centro de Aracaju.

O centro de triagem deverá ser construído dentro dos padrões ambientais, com a impermeabilização do solo conforme é feito no aterro sanitário. Para que seja um local limpo, organizado e bem estruturado, é necessário a esquematização do mesmo da seguinte maneira:

- Recepção dos resíduos;
- Separação dos resíduos;
- Armazenamento de resíduos inorgânicos;

- Tratamento dos resíduos orgânicos.

A etapa de recepção dos resíduos consiste no despejo destes em uma determinada área. Essa área será usada como um depósito dos resíduos antes que os mesmos passem pelos processos de triagem.

A etapa de separação dos resíduos consiste na segregação dos materiais que podem ser reaproveitados de acordo com sua classe. Os que podem ser reaproveitados, irão para a compostagem e o que não for reaproveitado, irá para o aterro. Da mesma forma ocorre na separação dos inorgânicos, que é realizada em um local diferente da segregação dos orgânicos. Os resíduos recicláveis são separados e os demais serão encaminhados para o aterro. Os resíduos inorgânicos que podem ser recicláveis são: papel, plástico e papelão.

A destinação, a última etapa, consiste no transporte dos resíduos que definitivamente não servem para o reaproveitamento, seja ele orgânico ou inorgânico. Uma caixa coletora receberá esses resíduos diariamente e um dos caminhões o destinará para o aterro da cidade.

A proposta de layout para o CTR está descrito no Apêndice A.

4.4 Mapeamento Proposto do Processo

Após análise dos processos de coleta, transporte e destinação dos resíduos da L&M, foram verificadas diversas oportunidades de melhorias nesses três processos. Oportunidades estas que visam o aumento de produtividade e melhoria do meio ambiente e da saúde e segurança dos funcionários da L&M que resultam em uma proposta de um novo mapeamento dos processos de coleta, transporte e destinação da L&M.

O novo mapeamento traz um fluxograma de como deverá ser o processo de coleta, transporte e destinação realizado pela L&M. As oportunidades de melhorias detectadas resultam em investimentos para a sua concepção. A produtividade e a qualidade dos serviços podem ser detectadas em curto prazo.

Os processos de planejamento, programação e controle dos processos de coleta, transporte e destinação dos resíduos começam desde a chegada dos funcionários a garagem até o seu retorno ao final da rotina de trabalho.

Portanto, com o novo mapeamento proposto, o controle dos processos desde a fase inicial até o descarte dos resíduos (já incluindo a instalação do CTR), traz benefícios operacionais para a empresa, benefícios ao meio ambiente e aos funcionários da empresa.

A Figura 21 representa o mapeamento proposto para a realização dos serviços executados pela L&M.

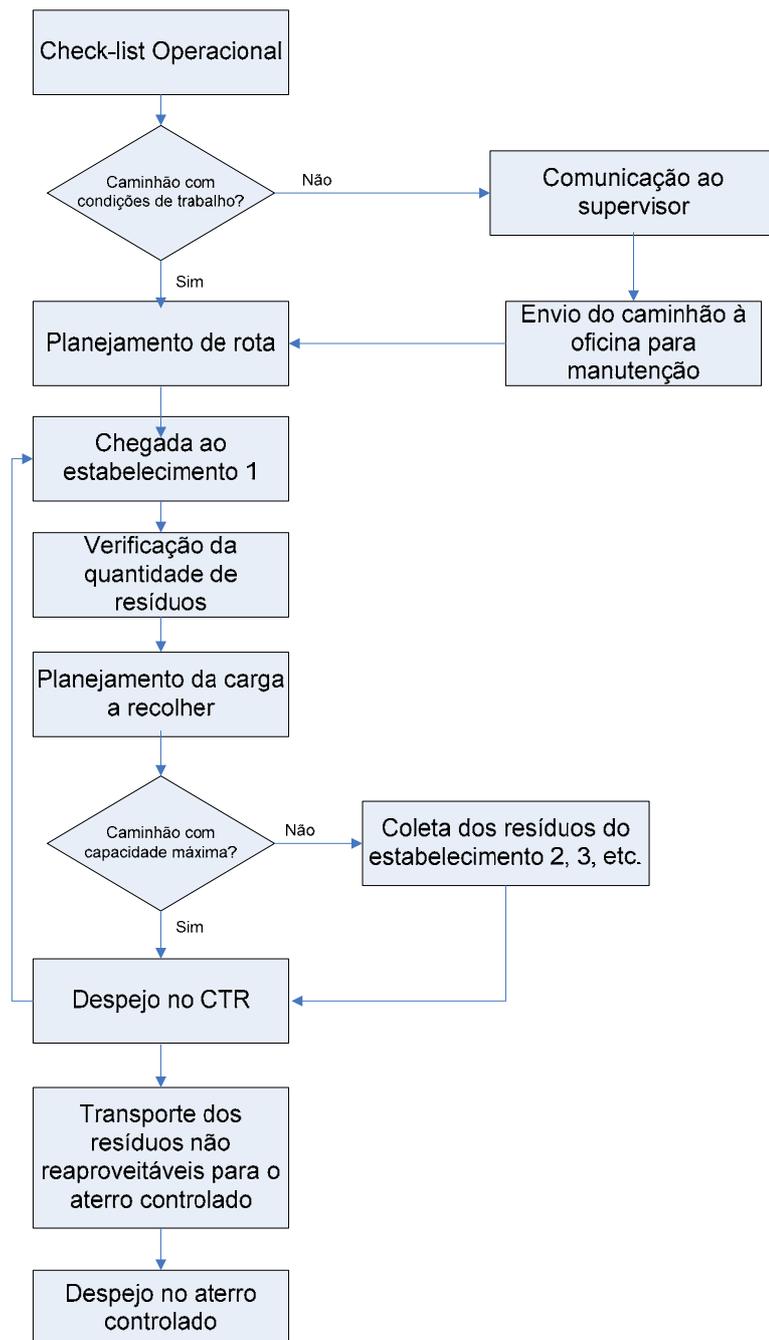


Figura 21 – Novo mapeamento dos processos de coleta, transporte e destinação da L&M

Fonte: Laércio Lopes de O. Neto

5 CONCLUSÃO

Os resíduos coletados pela L&M Serviços e Reciclagem Ltda., são os mais diversos. Esses resíduos vão desde os mais simples, como papel, papelão e plástico, aos biodegradáveis, como os resíduos orgânicos, que geram um odor bastante desagradável quando decomposto.

As melhorias apresentadas neste trabalho visam a qualidade, a produtividade, a redução de custos e o controle dos processos na L&M Serviços e Reciclagem Ltda.

Uma das melhorias na coleta, como por exemplo, a mudança de layout do maquinário da L&M, provou ser eficiente na mudança proposta nas dependências do Shopping Jardins. A identificação das áreas de coleta pode reduzir o tempo deste processo, visto que há perdas que chegam até 35 minutos em determinados casos.

No transporte, a instalação do check-list operacional promoverá uma ação de manutenção preventiva dos caminhões e dos equipamentos de coleta e evita assim uma eventual falha no decorrer dos serviços. O essencial no transporte é o planejamento de rota. A escolha da rota que tomará menos tempo traz produtividade devido ao tempo gasto entre o início da coleta até o destino final dos resíduos não aproveitáveis.

A obtenção de balanças nos principais pontos de coleta garantirá o peso real de cada resíduo coletado pela L&M e isso pode viabilizar a abertura do mercado de reciclagem dos resíduos. A separação dos resíduos na fase de coleta é uma medida ecológica e que traz benefícios operacionais também, pois, evita o retrabalho na separação dos mesmos.

Como citado, a maior parte dos resíduos coletados pela L&M são resíduos orgânicos. A implantação do processo compostagem, além de trazer benefícios ao meio ambiente devido a quantidade de resíduos que não irá mais para o aterro, poderá trazer à L&M um novo mercado, visto que o material gerado na compostagem é rico para a agricultura.

A implantação do CTR (Centro de Triagem de Resíduos) será um centro de operações para o reaproveitamento dos resíduos. As melhorias apontadas são muitas, ou seja, menor deslocamento dos caminhões (não precisarão ir para o aterro várias vezes no dia, mas apenas uma vez), área e maquinário de acordo com o tipo de operação o tornarão não apenas num centro de triagem, mas sim um centro de reaproveitamento de resíduos.

Por fim, com as melhorias propostas, a L&M poderá definir um novo conceito de execução deste serviço com uma infra-estrutura simples, porém, moderna, capaz de operar em diferentes atividades de recolhimento de resíduos e além do mais, poder reaproveitar resíduos, transformando-os em um meio de gerar dividendos para a empresa, melhorar a qualidade de vida da população e reduzir os impactos que o meio ambiente sofre com a má realização destes importantes processos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Eduardo Figueiredo. **A gestão dos resíduos sólidos**. Mato Grosso, 2006.
- BARREIRA, Luciana Pranzetti et al. **Usinas de Compostagem do Estado de São Paulo: Qualidade dos Compostos e Processos de Produção**. São Paulo, 2006.
- CHAMBEL, Silvia. **Compostagem: Resíduos Urbanos Biodegradáveis**. Portugal, 2005.
- CARVALHO, Aurean de Paula et al. **Gestão de Resíduos Sólidos no município de Araguatins, TO**. Espírito Santo do Pinhal, v. 4, n. 1, p. 067-079, jan/jun 2007.
- MONTEIRO, J.H.P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 200p. 2001.
- D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.
- PAES, R. F. de C.; CEBALLOS, B. S. O. de. **Estudos Microbiológicos na Compostagem de Resíduos Sólidos Municipais**. ARTIGO – VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória/ES, 2002.
- HIWATASHI, Erica. **O Processo de Reciclagem dos Resíduos Sólidos Inorgânicos Domiciliares em Porto Alegre**. Porto Alegre/RS, 1999.
- GUIZARD, J.B.R. et al. **Aterro Sanitário de Limeira: diagnóstico ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 1, p. 072-081, jan/jun 2006.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE. **O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro, 2002.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro, 2002.
- _____. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação**. 2ª Ed./2004.
- _____. **NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos**. 2003.
- _____. **NBR 13.463: Coleta de Resíduos Sólidos**. 1995
- Considerações sobre aproveitamento do Biogás em Aterro Sanitário**. Disponível em: <[HTTP://www.resol.com.br](http://www.resol.com.br)>. Acesso em março de 2009.
- Disposição de resíduos por Jaime Urbano**. Disponível em: <[HTTP://www.techoje.com.br](http://www.techoje.com.br)>. Acesso em novembro de 2008.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS**. Ministério das Cidades. Disponível em: <[HTTP://www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em setembro de 2008.
- Ambiente Brasil, o meio de comunicação com o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em outubro de 2008.
- Reduzir, Reutilizar e Reciclar: Conjugando a Sustentabilidade Ambiental por José Barroso Filho**. Disponível em: <<http://portalamazonia.globo.com>>. Acesso em fevereiro de 2009.

APÊNDICES

Apêndice A – layout do CTR

