

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO VICTOR BARBOSA DA SILVA

**COMPARAÇÃO ECONÔMICA ENTRE O ANTIGO E ATUAL DESTINO FINAL DE
RESÍDUOS DE SÃO LUÍS**

SÃO LUÍS
2017

JOÃO VICTOR BARBOSA DA SILVA

**COMPARAÇÃO ECONÔMICA ENTRE O ANTIGO E ATUAL DESTINO FINAL DE
RESÍDUOS DE SÃO LUÍS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, para obtenção de grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio

SÃO LUÍS
2017

Silva, João Victor Barbosa da.

Comparação econômica entre o antigo e atual destino final de resíduos de São Luís / João Victor Barbosa da Silva. – São Luís, 2017.
60 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio.

1. Resíduos sólidos. 2. Gestão de resíduos sólidos. 3. Custo.
I. Título.

CDU 628.47(812.1)

JOÃO VICTOR BARBOSA DA SILVA

COMPARAÇÃO ECONÔMICA ENTRE O ANTIGO E ATUAL DESTINO FINAL DE
RESÍDUOS DE SÃO LUÍS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, para obtenção de grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 05 / 12 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio (Orientador)

Prof. Esp. ~~João~~ Aureliano Lima Filho

Prof. Esp. José Tadeu Moura Serra

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pelo dom da vida, força para atravessar momentos difíceis, oportunidades surgidas e experiências essenciais para nos tornar pessoas mais humanas e evoluídas.

Aos meus pais, Bento José da Silva e Enilde Maria Barbosa da Silva, que apesar de muitos conflitos de pensamentos e opiniões, sempre deram e fizeram o seu melhor para que os filhos pudessem ter a melhor educação possível além de servirem de exemplos a serem seguidos em diversas partes da vida.

A Universidade Estadual do Maranhão, e seu corpo acadêmico, principalmente ao Professor Dr. Jorge Demétrio Cutrim, o qual aceitou fazer parte desse projeto e, apesar de grandes dificuldades da instituição, sempre tentou fornecer os conhecimentos necessários para uma boa formação e encorajou os seus alunos a correr atrás de seus objetivos.

Aos meus amigos do peito, Abel Araújo, Allan Effgen, Caio Jordan, Caio Victor Oliveira, Diego Luz, Larissa Mota, Lara Cavalcante, Lucas Londres, Luciano Quadros, Lucas Lozeckyi, Luís Gustavo Albuquerque, Luziana Borralho, Pedro Licério e Vinicius Rodrigues.

A minha namorada, Maria Eduarda Koser que sempre se mostrou disposta e enfrentar comigo os momentos difíceis, além de incentivar e participar ativamente da execução desse trabalho.

Aos meus amigos de faculdade: Hugo Leonardo, Bruno Henrique, Paulo Casé, João Victor Pestana Santiago, Roberto Lázaro, Victor Hugo, Gustavo Beckman, Pedro Henrique, José Nilton, João Marinho, Caíque Reis, Eugenio Simão, Victor Langford, Lucas Borges, Lucas Padre, Rogério Lima, Glauber Alves e Willer Marinho que dividiram anos comigo durante o curso, em horas de estudo dentro e fora de sala de aula, além de viverem momentos memoráveis que só serviram para consolidar ainda mais essa forte amizade.

Ao Engenheiro Civil Pedro Aurélio da Silva Carneiro, essencial para a conclusão deste trabalho por fornecer, sempre solidariamente, dados e arquivos, tempo, incentivo e conhecimento, detentor de uma proatividade incrível.

Aos demais amigos, familiares e terceiros que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão desta etapa.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal a realização de um estudo que avaliasse o impacto econômico que a mudança do aterro de disposição final dos resíduos sólidos urbanos de São Luís – MA provocou. Embora o aspecto econômico tenha sido priorizado, aspectos como o social e o ambiental também foram brevemente abordados. Este estudo foi feito através da estimativa de preços por meio de tabelas de composição de custos padronizadas e baseado em projetos de licitação. A mudança no local de disposição final de resíduos em São Luís não foi a única mudança ocorrida, pois toda a gestão de resíduos da capital maranhense sofreu alterações assim como a nacional. A metodologia utilizada nesse estudo baseou-se em pesquisas bibliográficas e de campo, aspirando êxito nos objetivos propostos. O trabalho foi dividido em três partes: pesquisa bibliográfica, acolhimento de dados em campo e visitas técnicas e interpretação dos dados obtidos para alcançar um resultado. Os resultados apresentados mostram uma estimativa do quanto a mudança do local final de disposição dos resíduos ludovicenses impactou os custos com a gestão de resíduos, deixando a critério do leitor e aberto para estudos futuros se o acréscimo no custo vale à pena para a gestão como um todo. O trabalho ainda sugere algumas alterações na tentativa de baixar os custos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Gestão de Resíduos Sólidos. Custo.

ABSTRACT

The major objective of this study is to measure the economic impact after the final disposal place of urban solid waste of São Luís – MA changed its location. Other aspects, as social and environmental, were commented although the economic aspect was major commented. This study was realized by estimating prices placed on standardized cost composition tables and based on bidding projects. The change of final disposal place of solid waste in São Luís was not the only change. National and municipal solid waste management also changed. The methodology consisted on literature review and field research, aspiring the fulfillment of the proposed objectives. This study has three categories: literature review, on-site data collection and technical visits and data interpretation to obtain the results. The obtained results show how much the change of final disposal place of urban solid waste impacted the municipal solid waste management economically. The reader is free to interpret if the change was worth it and it is expected that other studies about this problematic occurs. The study also suggests some changes in attempt to lower costs.

Keywords: Solid Waste. Solid Waste Management. Cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração de lixão.....	25
Figura 2 – Funcionamento de um aterro controlado.....	26
Figura 3 – Funcionamento de um aterro sanitário.....	28
Figura 4 – Início da operação do Aterro da Ribeira em janeiro de 1995.....	29
Figura 5 – Entrada do Aterro da Ribeira em fevereiro de 1998.....	30
Figura 6 – Vista aérea do Aterro da Ribeira na qual é possível observar a lagoa facultativa e o igarapé em fevereiro de 1998.....	30
Figura 7 – Lagoa anaeróbia com chorume e talude com camada concluída em fevereiro de 1997.....	31
Figura 8 – Vista aérea de deposição de resíduos do Aterro da Ribeira em fevereiro de 1998.....	32
Figura 9 – Aterro da Ribeira em julho de 2015.....	32
Figura 10 – Vista geral do transbordo atualmente.....	33
Figura 11 – Pátio de carga de carretas.....	33
Figura 12 – Aterro da Ribeira atualmente.....	34
Figura 13 – Centro de Tratamento de Resíduos Titara.....	35
Figura 14 – Camada fictícia de regularização.....	35
Figura 15 – Centro de Tratamento de Resíduos Titara.....	36
Figura 16 – Camada fictícia de regularização.....	36
Figura 17 – Centro de Tratamento de Chorume.....	37
Figura 18 – CTR Titara.....	37
Figura 19 – Esquema do processo de gestão de resíduos de São Luís.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Preços para transporte de carga em rodovia.....	41
Tabela 1 – BDI para obras de Estação de Tratamento.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGEM	Agência Executiva Metropolitana
Ago	Agosto
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AS	Atribuído São Paulo
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CGA	Centro de Gerenciamento Ambiental
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
COLISEU	Companhia de Limpeza e Serviços Urbanos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
CTR	Centro de Tratamento de Resíduos
DMT	Distância Média de Transporte
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FGV	Fundação Getúlio Vargas
h	Hora
hab	habitante
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCP	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
kg	Quilograma
km	Quilômetro
Ltda.	Limitada
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
MA	Maranhão
NBR	Norma Brasileira
Out	Outubro

PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PNCM	Política Nacional sobre Mudança no Clima
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
R\$	Real
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais
SEMATUR	Secretaria de Meio Ambiente e Turismo
SMEMA	Secretaria de Minas, Energia e Meio Ambiente
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SLEA	São Luís Engenharia Ambiental
T	Tonelada
Und	Unidade
URBAM	Urbanizadora Municipal S. A.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	15
2.1.1 DEFINIÇÃO	15
2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.2 A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	19
2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	20
2.4 TRATAMENTOS E DESTINAÇÕES FINAIS	21
2.4.1 RECICLAGEM.....	22
2.4.2 COMPOSTAGEM.....	23
2.4.3 INCINERAÇÃO	23
2.4.4 ATERROS	24
2.4.4.1 LIXÕES	25
2.4.4.2 ATERRO CONTROLADO	26
2.4.4.3 ATERRO SANITÁRIO	27
2.5 HISTÓRICO ATERRO DA RIBEIRA	28
2.6 HISTÓRICO CENTRO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS TITARA (CRT TITARA)	34
3 MÉTODO	38
3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	38
3.2 TIPO DE ESTUDO	38
4 ESTUDO COMPARATIVO	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	47

APÊNDICE A	53
ANEXO A – CUSTO OPERACIONAL DO ATERRO DA RIBEIRA	55
ANEXO B – LICENCIAMENTO PRÉVIO AMBIENTAL DA RIBEIRA	56
ANEXO C – LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE OPERAÇÃO DO ATERRO DA RIBEIRA	57
ANEXO D – LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE INSTALAÇÃO DO ATERRO DA RIBEIRA	58
ANEXO E – CRONOLOGIA ATERRO DA RIBEIRA	59

1 INTRODUÇÃO

Num mundo onde a população já supera 7 bilhões de pessoas, a preocupação sobre o futuro da humanidade se torna cada vez mais um assunto recorrente. A maneira que os resíduos são colocados na natureza é de extrema importância para o futuro das outras gerações. O adequado gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos municípios, seja de grande ou pequeno porte, existe hoje como um dos principais desafios a ser enfrentado pelos administradores públicos (NASCIMENTO, 2009).

Segundo JACOBI e BENSEN (2011), crescimento populacional, aliado ao aumento da expectativa de vida e urbanização, resulta no engrandecimento do consumo e, conseqüentemente, na geração de quantidades cada vez maiores de resíduos sólidos, cuja destinação é um dos maiores problemas.

Com o crescimento populacional e da expectativa de vida e conseqüente aumento na produção de resíduos, a qualidade de vida das populações futuras pode ser comprometida. Tal preocupação com as gerações futuras fazendo uso das tecnologias obtidas e suprimindo as necessidades atuais é denominado crescimento sustentável (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

A população urbana cresceu e os hábitos dela mudaram e se tornaram mais consumistas. A cultura do “produto descartável” é enaltecida pelas propagandas como o prático e o moderno apesar de a base material para produzir quase tudo que se consome no planeta seja praticamente a mesma desde a antiguidade (LOPES, 2006). Pode-se dizer que a produção e a destinação dos resíduos são um problema “cosmopolita”, pois é um problema sem nível socioeconômico e que transcende nações, atingindo todos no mundo, sem exceções (DOS SANTOS, 2011).

Durante muito tempo, as administrações públicas se deixaram seduzir pelo “custo zero” dos lixões. Esse pensamento foi modificado ao longo do tempo, pois perceberam que o custo, no fim das contas, era bem maior já que diversos problemas ambientais, sociais e, conseqüentemente, econômicos surgiam com a disposição incorreta dos resíduos (LOPES, 2006).

A destinação final dos resíduos é um grande problema principalmente em áreas mais urbanizadas e regiões metropolitanas, pois estas carecem de locais

apropriados, visto que há a ocorrência de áreas de proteção ambiental nas proximidades e, como nem sempre o chorume dos aterros sanitários possui o tratamento ideal, o impacto às fontes de águas subterrâneas, ao solo e a vizinhança é considerável (GOUVEIA, 1999).

Com o avanço da tecnologia, aumento na produção de resíduos e necessidade de atender normas ambientais e questões sociais, modelos de gestão de resíduos foram desenvolvidos e aplicados além e novas legislações, como a PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos, marco na gestão de resíduos brasileira, por apresentar medidas mais rígidas e promissoras a serem seguidas.

Nos dias atuais, quase que diariamente, é presente em noticiários diversos problemas por todo o país em relação à disposição e tratamento final dos resíduos sólidos. Na mesma conjuntura, o Brasil encontra-se numa crise econômica e diversos escândalos, que fazem com que o brasileiro passe a dar mais atenção para os assuntos relacionados aos aspectos econômicos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da preocupação geral acerca da gestão de resíduos sólidos e todas as mudanças e avanços ocorridos ao longo do tempo, além de toda a problemática envolvida, surge o interesse em abordar esse tipo assunto.

Ao longo das últimas duas décadas, São Luís sofreu alterações no que diz respeito a sua gestão de resíduos, seja nos responsáveis pelos serviços dela, no local de disposição final e até mesmo gestão municipal.

Diante de tudo o que foi citado anteriormente e após analisar os gastos mensais com gestão de resíduos de outras cidades do Brasil, como pode ser observado no Apêndice A deste trabalho, a seguinte pergunta aparece: o que mudou após todas essas alterações na gestão de São Luís e quanto deve ter sido o impacto econômico delas?

Essa pesquisa aborda uma problemática muito atual e visa colaborar com a análise da atual situação da capital maranhense, analisando seus desafios, melhorias e possíveis retrocessos visando diversos aspectos, mas focando o econômico. Espera-se também que este trabalho possa contribuir com os estudos sobre o assunto abordado, na esperança de que novas alternativas e ideias se

desenvolvam na tentativa de aperfeiçoar cada vez mais o que diz respeito à gestão de resíduos de São Luís e, conseqüentemente, garantir a qualidade de vida de seus habitantes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar um estudo que demonstre as principais mudanças ocorridas com a mudança do destino final de resíduos sólidos urbanos em São Luís priorizando o aspecto econômico.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mostrar a importância da gestão de resíduos para a população e a qual critérios esta deve seguir;
- b) Comparar os custos adicionais com a mudança do destino final de resíduos sólidos de São Luís através de estimativas;
- c) Indicar as vantagens e desvantagens que mudança na logística de gestão de resíduos na capital maranhense provocou e sugerir alternativas na tentativa de melhorá-la.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse ponto, serão apresentadas as definições e considerações sobre os elementos envolvidos nessa pesquisa com a finalidade de situar os leitores da obra na temática abordada. Esses elementos são, por exemplo, as definições e classificações de resíduos sólidos, a importância de uma gestão de resíduos, os tipos de destinação final, etc.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

2.1.1 DEFINIÇÃO

Segundo o dicionário, resíduo é aquilo que não presta, resto, o que deve ser jogado fora. Segundo JACOBI e BENSON (2011), na sociedade moderna, os resíduos sólidos, principalmente os domiciliares, e sua disposição final se tornaram motivo de grande preocupação. Tal preocupação deve-se ao fato do aumento da produção desses resíduos, do gerenciamento inadequado dos mesmos e da falta de locais para disposição final.

Essa classificação muito se assemelha a de (SASIKUMAR, K.; KRISHNA, Sanoop Gopi, 2009), que cita que resíduos são geralmente vistos como materiais descartáveis sem valor para a pessoa que o descartou. Esse mesmo autor define resíduo sólido como o termo geralmente utilizado para se referir a um resíduo não líquido proveniente de atividades domésticas, comerciais e industriais por exemplo.

O termo “resíduos sólidos” significa o que sobra de determinadas substâncias após a realização de algum processo, sendo que o termo “sólidos” entra para diferenciar esse resíduo dos demais, ou seja, de gases ou líquidos. (BIDONE; POVINELLI, 1999). Como citado por LOGARREZZI apud ABNT 10004/87 (2006), os resíduos sólidos são aqueles resíduos cuja disposição não é viável na rede de esgoto ou em corpo d’água, sendo que a classificação de resíduo sólido não faz uso rigoroso do termo “sólido” do ponto de vista físico (óleos, tintas, entre outros materiais “líquidos” estão enquadrados nessa categoria a título de exemplo).

Segundo a ABNT NBR 10004:2004:

“resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi sólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUOS SÓLIDOS

A NBR 10004:2004 ainda analisa fatores como periculosidade e toxicidade dos constituintes, origem, etc., e classifica os resíduos de diversas formas mediante vários critérios. Isso influenciará diretamente no tipo de destinação e tratamento final que o resíduo deve ter.

Sempre a destinação final leva em consideração a classificação de resíduos e a determinação do potencial de risco que possam apresentar. Classificar os resíduos se trata de uma atividade de alta complexidade e indefinida em muitos casos. Já em relação a periculosidade, esta é diretamente proporcional aos cuidados que o resíduo deve ter, o que implica em maiores custos para geri-lo (FERREIRA, J. A., 1995).

Os resíduos podem ser classificados da seguinte forma:

- Resíduos classe I – Perigosos: Resíduos que apresentam periculosidade ou alguma das características de inflamabilidade, reatividade, corrosividade, toxicidade ou patogenicidade (MONTEIRO. et al., 2001). Segundo a NBR – 10004:/2004, são os que podem fornecer riscos a saúde pública, provocando mortalidade ou doenças, e riscos ao meio ambiente quando gerido de maneira inadequada.
- Resíduos classe II A – não inertes: Aqueles resíduos que não se enquadram na classe I e nem na classe II B. Podem ter características como combustibilidade, biodegradabilidade, solubilidade em água. (ZANTA; FERREIRA, 2003).

- Resíduos classe II B – inertes: Resíduos sólidos ou mistura deles que não possuam constituintes solubilizados em concentrações maiores aos padrões de potabilidade de água após teste de solubilização (NBR 10004:2004).

Ainda sobre a norma supracitada NBR n.º 10004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à origem em:

- Resíduos Urbanos: Trata-se de resíduos domiciliares ou domésticos, ou seja, de residências. Isso inclui restos de alimentos, embalagens de vidro, plástico, metal e papelão, jornais, revistas, etc. Os resíduos urbanos incluem também os resíduos públicos, ou seja, resultantes da limpeza de espaços públicos como vias, jardins e praças, os quais são em sua maioria compostos por papel, embalagens, folhagens e diferentes sedimentos. Por fim, estão inclusos nos resíduos urbanos os resíduos comerciais, que são aqueles resultantes de atividades em escritórios, hotéis, cinemas, mercados, terminais, e são compostos fundamentalmente por papel, papelão e embalagens em geral.
- Resíduos de Serviços de Saúde: Resultado de atividades desempenhadas em clínicas médicas e veterinárias, hospitais, farmácias, laboratórios, consultórios odontológicos e demais estabelecimentos afins. Os RSS, como constam na Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA – RDC ANVISA n.º. 306, de 2004, e na Resolução CONAMA n.º 358, de 29 de abril de 2005, são classificados em:
 - a) Grupo A: Resíduo potencialmente infectante com possíveis agentes biológicos seja por suas características de maior virulência ou concentração
 - b) Grupo B: Resíduos químicos que, dependendo de características como inflamabilidade, reatividade, entre outros, podem apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

- c) Grupo C: Resíduos radioativos ou com limites de radionuclídeos superiores aos nas normas do CNEN- Comissão Nacional de Energia Nuclear. A reutilização desses resíduos é considerada imprópria ou não prevista.
- d) Grupo D: Resíduos comuns, que não apresentam grandes riscos à saúde sejam eles biológicos, químicos ou radiológicos.
- e) Grupo E: Resíduos perfurocortantes ou escarificantes. São exemplos desses resíduos as lâminas de barbear, agulhas, vidros quebrados de laboratório, etc.

Outros critérios para classificações podem ser adotados como podemos ver na NBR 10004:2004, no Manual de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos do IPT/CEMPRE (2000) e o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos elaborado pelo IBAM (2001):

- Resíduos domiciliares: produção de 0,5 kg a 1 kg por hab/dia e se resumindo a resíduos orgânicos não recicláveis e materiais recorrentes em escritórios. A responsabilidade do descarte e recolhimento desse lixo é da prefeitura municipal.
- Resíduos comerciais: gerados pelo comércio ou pelo setor de serviços. Possuem diversas composições que variam de acordo com a atividade comercial desempenhada na região. A coleta e descarte variam de acordo com as leis municipais e mediante acordos taxados entre o gerador e o poder público.
- Resíduos Públicos: Se resumo àqueles resíduos gerados por serviços da própria prefeitura como poda de árvores e varrição de ruas. Muitas vezes, os resíduos descartados irregularmente, como entulho, fazem parte dessa categoria.
- Resíduos Industriais: Assim como os comerciais, podem apresentar várias composições de acordo com a atividade desempenhada. Como o próprio nome sugere, são aqueles resíduos resultantes da atividade industrial, os quais tendem a não se decompor ou passam longo período de tempo estáveis, podendo ser danosos a saúde

pública e exigem geralmente transporte e destinações especiais. Geralmente são a fonte mais comum de resíduos perigosos.

- Resíduos Agrícolas: São aqueles provenientes de atividades pecuárias e agrícolas, atividades as quais são umas das maiores geradoras de resíduos. Ainda que haja programas de reciclagem de embalagens, os agrotóxicos ainda são o principal problema da atividade agrária, visto que boa parte dos resíduos agrários podem ser reciclados e reutilizados.
- Resíduos da Construção Civil: Geralmente entulhos, são materiais normalmente inertes que ocupam grandes volumes causando uma poluição visual significativa.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão de resíduos sólidos tem se tornado um assunto bastante comentado ultimamente, visto que a população mundial só cresce e, conseqüentemente, a produção de resíduos também.

A necessidade de controlar os resíduos produzidos, mesmo que precariamente, começou a partir do momento que o homem abandonou o jeito nômade de viver e passou a se instalar em locais definitivamente. Algumas evidências de algo similar a um aterro sanitário datam desde a Grécia antiga (WEST ONLINE, 2010).

Apesar disso, o despejo de resíduos dentro das cidades continuou sendo uma opção até muito tempo depois até que percebessem a ligação entre as doenças e as condições ambientais do mundo (EIGENHEER, 2001).

A gestão de resíduos se trata de um conjunto de atividades que vão desde a geração, passando pelo acondicionamento, coleta, transporte, transferência, tratamento e destinação final dos resíduos produzidos (MAGALHAES, 2008). Vale ressaltar que o tratamento não se trata de um sistema de disposição final definitivo, pois sempre há um remanescente inaproveitável (SCHALCH, Valdir et al., 2002). Com o tempo, as maneiras de tratamento do lixo foram modernizadas e diversos modelos de gestão foram estabelecidos.

A falta de uma política para o gerenciamento dos resíduos sólidos contribui para a poluição da água, do ar e do solo (DE MORAES, Josmaria et al., 2006). A gestão e disposição inadequada dos resíduos sólidos podem acarretar impactos sociais e também ambientais como: degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água, intensificação de enchentes, poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (Besen et al., 2010).

Como de tradição, a gestão dos resíduos sólidos no Brasil é de competência do Município. Pode-se constar no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001):

“As instituições responsáveis pelos resíduos sólidos municipais e perigosos, no âmbito nacional, estadual e municipal, são determinadas através dos seguintes artigos da Constituição Federal, quais sejam:

- Incisos VI e IX do art. 23, que estabelecem ser competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, bem como promover programas de construção de moradias e a melhoria do saneamento básico;
- Já os incisos I e V do art. 30 estabelecem como atribuição municipal legislar sobre assuntos de interesse local, especialmente quanto à organização dos seus serviços públicos, como é o caso da limpeza urbana”.

O ideal de sistema de gerenciamento é aquele que visa minimizar a quantidade de resíduos produzida, levando em consideração o atendimento das necessidades sociais e buscando a sustentabilidade do sistema. Junto a isso, é necessária uma participação efetiva da população assim como fazer mão de processos de recuperação de resíduos (reciclagem e compostagem, por exemplo) além da escolha correta do método de disposição, procurando sempre um menos agressivo ao meio ambiente, mas que atenda as necessidades da área (MAGALHAES, 2008).

2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de resíduos Sólidos foi instituída pela Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Essa Lei altera Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e qual dispõe dos princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos

geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

A lei Nº 12.305/2010 foi um marco para a gestão de resíduos do país, pois institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e instrumentos de planejamento. Além disso, cria importantes metas para o fim dos lixões à céu aberto, equiparando o Brasil à países desenvolvidos no que concerne ao marco legal (BRASIL, 2010).

Em síntese, a PNRS, aprovada ainda no governo de Luiz Inácio Lula da Silva, ajuda o país a atingir as metas do PNCM – Plano Nacional sobre Mudança do clima incentiva a coleta seletiva e processos de recuperação como a reciclagem e a reutilização de resíduos além de instituir a responsabilidade compartilhada, pois só assim é possível compatibilizar um desenvolvimento econômico, social e promover o reaproveitamento simultaneamente. (BRASIL, 2010).

A responsabilidade de cada parte integrante do gerenciamento de resíduos é bem definida, assim como algumas proibições como a proibição de lixões e queima de resíduos a céu aberto salvo raras exceções. Medidas como essa, aliadas a exigência de descontaminação de áreas contaminadas, por exemplo, são de importância para a promoção de um desenvolvimento sustentável. (BRASIL, 2010).

A Lei Nº 12.305/2010 ainda conta com o auxílio de outras leis e decretos que também demonstram preocupação com a coleta e destinação de resíduos. São eles: a lei nacional nº 11.445/07 e nº 11.107/05, que tratam do saneamento básico e dos consórcios públicos respectivamente, e dos decretos nº 7.217/10, nº 6.017/ 2007 e nº 7.404/10, os quais regulamentam a lei de saneamento básico, a lei de consórcios públicos e a política nacional de resíduos sólidos (LIMA, 2012).

2.4 TRATAMENTOS E DESTINAÇÕES FINAIS

Tratamento pode ser entendido como uma série de procedimentos cujo objetivo é reduzir a quantidade ou potencial poluidor dos resíduos. Isso pode acontecer evitando o descarte em local inadequado ou transformando os resíduos em material inerte ou estável.

As principais formas de tratamentos empregadas são: reciclagem, compostagem, incineração e aterro sanitário, sendo este último é uma forma de tratamento e disposição final. Apesar de não serem referências levando em conta os padrões da PNRS, os lixões e aterros controlados também são conhecidas formas de disposição final de resíduos. Os lixões devem ser evitados a todo custo, pois este é causador de impactos negativos (ReCESA, 2007).

A destinação final é a última etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos, ou seja, a etapa na qual o resíduo não será mais manuseado. Em outras palavras, a destinação final é a disposição do resíduo no solo, o qual deve ser devidamente preparado para receber esses resíduos. A Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005, CONAMA (2005), dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências (MULLER, A.M.; 2010).

No que tange a meio ambiente, técnicas que reduzem os impactos ambientais e proteção ao meio ambiente devem ser estimuladas e popularizadas no campo da engenharia. Estudar alternativas locais é um importante instrumento ambiental, pois a escolha adequada de um local para destinação final dos resíduos minimiza e até evita que muitos impactos ocorram (MASSUNARI, 2000, p.17).

De maneira sucinta, tratamento de resíduo sólido pode ser definido como o processo aplicado ao resíduo sólido que busca satisfazer a exigências de caráter sanitário, econômico, social, entre outras.

2.4.1 RECICLAGEM

Trata-se de uma série de procedimentos pelos quais os materiais descartados, que se tornariam inúteis, são coletados e separados para serem processados e servirem de matéria prima de bens manufaturados cuja matéria prima anteriormente era virgem. Como vantagens, pode-se citar o aumento da vida útil das áreas de disposição final e diminuição da exploração de recursos naturais visto que os materiais anteriormente descartados voltam ao ciclo produtivo (SOARES, 2006).

A separação dos resíduos sólidos no lixo domiciliar deve ser feita em usina de reciclagem de maneira manual ou eletromecânica (MONTEIRO, 2001). A triagem e reciclagem servem para separar a parte reciclável contida nos resíduos sólidos, sendo seguidas por um processo industrial, o qual possibilita a reciclagem e

a transformação em novos produtos (PRADO; SOBREIRA, 2007). A reciclagem no próprio domicílio é uma boa alternativa, mas depende essencialmente do bom grau de educação ambiental para que ocorra com êxito.

Atualmente, é possível encontrar ecopontos em São Luís. Implantados pela Prefeitura, estes locais possibilitam que haja aumento na qualidade de materiais recicláveis. O material recebido é encaminhado à Associação de Catadores de Material Reciclável e Cooperativa de Reciclagem de São Luís. Além disso, os ecopontos contribuem para a diminuição da poluição visual de alguns bairros, pois são construídos em locais que eram anteriormente “mini lixões” e possibilita um decréscimo na quantidade de entulho pela cidade.

2.4.2 COMPOSTAGEM

A compostagem é vista como uma prática usual em propriedades rurais e nem tanto em centrais de reciclagem de resíduos (PITSCH, 2011). Ela fornece um destino útil para resíduos orgânicos. É um processo de decomposição biológico da matéria orgânica contida em restos animais e vegetais. Há uma reciclagem dessa matéria orgânica, formando um composto, o qual pode ser aplicado ao solo, melhorando a estrutura deste e diminuindo o acúmulo de matéria orgânica em aterros. Trata-se de um tratamento mais adequado para a zona rural ou periurbana e o produto final ainda é de difícil colocação, pois o mercado oferece nutrientes de qualidade superior a preços competitivos. (JESUS; William Ferraz, 2013).

2.4.3 INCINERAÇÃO

Para (SANTOS, 2011), a incineração trata-se de um processo de tratamento de resíduo sólidos que envolve a combustão das substâncias orgânicas presentes na matéria que compõe os resíduos. Nesse processo, há uma redução no volume, peso e de características de periculosidade iniciais do resíduo por meio de uma combustão controlada. A combustão deve ser controlada para garantir a qualidade do meio ambiente durante o processo e os resíduos, combustíveis da incineração, são transformados em basicamente três produtos: cinzas, gases e

calor. Nesse processo, é possível que haja uma reciclagem da energia visto que a energia liberada com a queima dos resíduos pode ser reaproveitada em outros processos.

Para LIMA (2001), trata-se da queima de materiais da queima de materiais em alta temperatura em mistura com uma quantidade de ar correta por um determinado intervalo de tempo. Nos diversos processos industriais, exige-se uma tecnologia segura e confiável para a completa destruição de resíduos perigosos gerados.

No Brasil, trata-se de uma técnica bastante incipiente, pois apresenta altíssimo custo. Outra desvantagem que se pode apontar é a poluição atmosférica causada pelos incineradores. Como vantagens, pode-se citar a redução significativa do volume dos resíduos, diminuição do potencial tóxico dos dejetos e possibilidade de reaproveitamento da energia liberada (MAGALHÃES, 2008).

Outras desvantagens são: a exigência de mão de obra especializada e os limites de emissões e composição químicas destas. Como vantagens, podemos citar a reciclagem de escórias e outros produtos inertes e a diminuição no uso de combustíveis fósseis (COSTA, 2012). Vale ressaltar que, assim como a reciclagem e a compostagem citadas anteriormente, a incineração não descarta o aterro sanitário para dispor cinzas e escórias. Em São Luís, a atividade de incineração é feita por concessionárias particulares.

2.4.4 ATERROS

Aterro, como o próprio nome sugere, trata-se do enterramento de resíduo sólidos de maneira controlada e com um planejamento prévio, visando a diminuição de impactos ambientais e riscos à saúde em geral (MULLER, A.M.; 2010). Os termos lixões e aterros são bastante citados ao longo deste trabalho, para que haja um maior entendimento sobre eles, é importante que se faça primeiramente uma distinção entre lixões, aterros controlados e aterros sanitários.

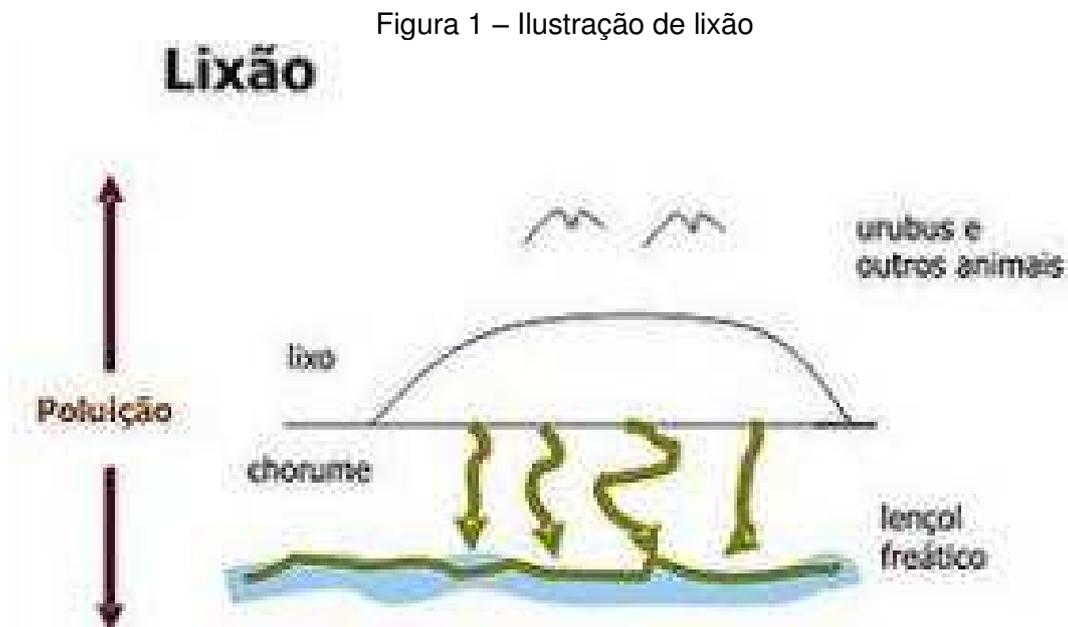
2.4.4.1 LIXÕES

Também conhecido como vazadouros, os lixões são um método considerado inadequado de descarte de resíduos sólidos e compreende no simples descarte de resíduos no solo sem as devidas precauções ambientais, o que pode resultar em contaminação de águas subterrâneas e superficiais, explosões por conta da geração de gases inflamáveis, risco a saúde por ser atrativo a vetores indesejáveis, entre outros. (AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA – ANVISA, 2006).

A definição de lixão ainda é reforçada no glossário de pesquisa nacional de saneamento básico do IBGE:

“Lixão ou vazadouro a céu aberto: Local utilizado para disposição do lixo, em bruto, sobre o terreno, sem qualquer cuidado ou técnica especial. O vazadouro a céu aberto caracteriza-se pela falta de medidas de proteção ao meio ambiente ou a saúde pública”.

Fonte: IBGE,2008.



Fonte: OLIVEIRA, 2010

2.4.4.2 ATERRO CONTROLADO

O aterro controlado é uma destinação final menos invasiva que os vazadouros a céu aberto, mas ainda inadequada. Trata-se de uma variação dos lixões, pois os resíduos descartados são cobertos diariamente por uma camada de material inerte, mas de maneira aleatória, não resolvendo satisfatoriamente os problemas com poluição (CARVALHO, 2015).

Segundo a NBR 8849 (1985), os aterros controlados são uma técnica de disposição dos resíduos sólidos urbanos que minimiza os impactos ambientais utilizando princípios da engenharia para confinar os resíduos.

Nos aterros controlados, o descarte dos resíduos ainda é feito diretamente no solo, ou seja, sem nenhuma impermeabilização. Outra diferença entre eles e os lixões é que os aterros controlados possuem cercas, evitando a entrada de pessoas. Em síntese, pode-se dizer que os aterros controlados são a fase de transição entre os lixões e os aterros sanitários. (NASCIMENTO, 2009).

Figura 2 – Funcionamento de um aterro controlado



Fonte: OLIVEIRA, 2010

2.4.4.3 ATERRO SANITÁRIO

Aterro sanitário é a opção adequada do ponto de vista ambiental, sanitário, social, etc., para a destinação final de resíduos sólidos urbanos. Apesar disso, deve-se avaliar a possibilidade de reciclagem e utilização dos resíduos antes de descartá-los, garantindo a manutenção da sustentabilidade e a maior longevidade do aterro, o qual deve ter etapas muito bem planejadas e executadas com a finalidade de evitar problemas futuros (CORREA; LANÇA, 2008).

Segundo a NBR 8419 (1992), define-se aterro sanitário como:

“Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário”.

A construção do aterro sanitário se baseia na construção de uma estrutura impermeabilizada, cujo objetivo é impedir que os elementos tóxicos produzidos pela decomposição do lixo polua o meio ambiente. É necessário que haja o monitoramento cuidadoso dos gases e das técnicas de tratamento de líquidos percolados gerado durante sua vida útil e após cessado seu funcionamento.

Os aterros sanitários possuem diversas vantagens, por exemplo: autossuficiência como destinação final, visto que não apresenta resíduo no fim do processo, permite o controle operacional, evitando gastos posteriores com o meio ambiente além de possuir todas as etapas acompanhadas por técnicos capacitados (CONDER, 2010).

O centro de tratamento de resíduos Titara, destino final dos RSU de São Luís, se trata de um aterro sanitário.

Figura 3 – Funcionamento de um aterro sanitário



Fonte: OLIVEIRA, 2010

2.5 HISTÓRICO ATERRO DA RIBEIRA

Os dados abaixo foram coletados de documentos por Pedro Aurelio da Silva Carneiro, engenheiro civil, responsável técnico pelos estudos e projetos do Aterro Sanitário da Ribeira além de instalação e operação do mesmo entre os anos de 1995 e 1997.

Do período anterior a construção do Aterro da Ribeira até 2007, juntamente a algumas empresas contratadas, a COLISEU – Companhia de Limpeza e Serviços Urbanos e era a principal responsável era a responsável por todos os serviços de gestão de resíduos em São Luís, desde a coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos. Por volta de 1978, uma área particular de seis hectares foi apropriada pela COLISEU e passou a servir de “lixeria da cidade”. Situado no Igarapé Jaracaty, o local passou a receber todos os resíduos de São Luís sem nenhum cuidado ou critério técnico, o que gerava reclamação da vizinhança (próxima à área central de São Luís), além de estar em fase de exaustão, podendo comprometer ainda mais manguezais próximos e águas do Rio Anil.

Como solução alternativa, após um período de estudos, optou-se por um aterro sanitário como tratamento e destino final para o lixo de São Luís e indicação

da área escolhida, o Aterro da Ribeira. A partir 1991, houve um entendimento entre a CVRD- Companhia Vale do Rio Doce e a Prefeitura de São Luís que resultou em um convênio, onde a primeira garante recursos de até US\$ 500.000,00. Também em 1991, ocorreu a obtenção das licenças necessárias para operação e instalação nos anos seguintes.

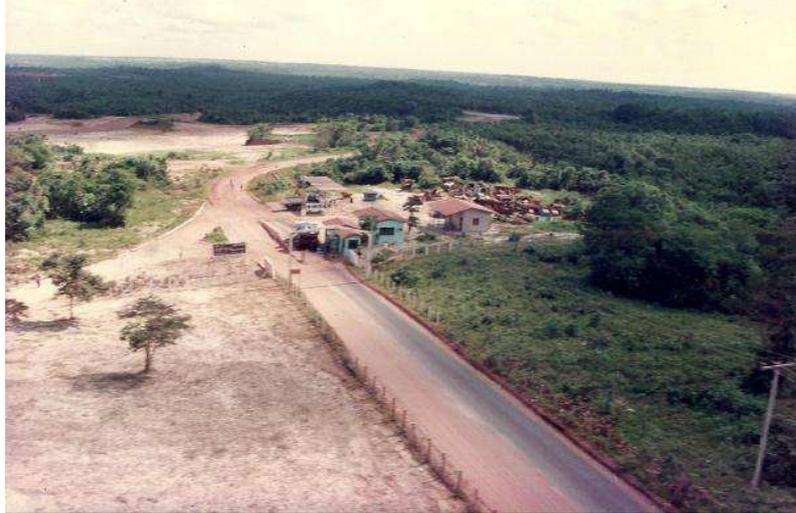
Figura 4 – Início da operação do Aterro da Ribeira em janeiro de 1995



Fonte: CARNEIRO, Pedro Aurélio da Silva, 1995

O aterro foi planejado para atender 90% da população da ilha pelo período de 20 anos. Sua etapa inicial possuía 15 hectares, mas possuía áreas dentro do terreno que poderiam ser utilizadas e prolongar a vida do aterro para 30 anos. Totalizando, sua área possuía aproximadamente 60 hectares e se situava a 22 km dos centros geradores de resíduo e distante da área central da cidade, na zona rural. Os ruídos do local eram provenientes de aviões, alguns veículos e máquinas e da própria natureza.

Figura 5 – Entrada do Aterro da Ribeira em fevereiro de 1998



Fonte: CARNEIRO, Pedro Aurélio da Silva, 1998

Ainda que o “Lixão do Jaracaty” tenha funcionado até 1996, o Aterro da Ribeira entrou em operação em fevereiro de 1995, respeitando as leis e evitando interferir na vida dos cidadãos. O aterro fornecia uma solução à longo prazo, não estando tão longe dos centros geradores de resíduos, evitando áreas urbanas e mananciais além de possuir uma topografia favorável.

Figura 6 – Vista aérea do Aterro da Ribeira, na qual é possível observar a lagoa facultativa e o igarapé em fevereiro de 1998



Fonte: CARNEIRO, Pedro Aurélio da Silva, 1998

Respeitaram-se as legislações vigentes na época e possuía todas as licenças necessárias e estudo ambiental aprovado pela SEMA. Serviços como

drenagem de fundo, para a coleta de chorume, drenagem de águas pluviais para desviar água de chuva para fora do Aterro e drenagem vertical para liberação de gases garantiam a impermeabilização do fundo a fim de impedir a fuga do chorume para o lençol freático. Possuía também quatro poços para monitoramento da qualidade da água subterrânea, além de lagoas anaeróbia e facultativa, para a remoção da carga orgânica, coliformes fecais e cistos e ovos de parasitos, além da precipitação de metais pesados tóxicos. A construção do Aterro também significou a diminuição de vetores de doenças da área central ludovicense por ter se deslocado para uma área afastada de seus habitantes.

Figura 7 – Lagoa anaeróbia com chorume e talude (camada concluída) em fev. de 1997



Fonte: CARNEIRO, Pedro Aurélio da Silva, 1997

Um assunto sempre polêmico em relação ao aterro era sua localização e a interferência da mesma em atividades aéreas. Em relação às interferências no tráfego aéreo, vale ressaltar que os estudos e projeto para a construção do aterro foram elaborados em 1991, ano no qual estava em vigência a Portaria do Ministério da Aeronáutica no. 1141 de 08.12.87. Apenas em 9.10.1995, a Resolução no. 04 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA modificou aquelas disposições, época em que o aterro já estava licenciado e operava normalmente há quase um ano licenciado pelo órgão ambiental, com o aval da Aeronáutica.

Figura 8 – Vista aérea de deposição de resíduos do Aterro da Ribeira em fevereiro de 1998



Fonte: CARNEIRO, Pedro Aurélio da Silva, 1998

O Aterro da Ribeira manteve suas características de projeto até 1997, quando teve início o descaso com o mesmo do ponto de vista administrativo. A partir de 1998, foram abandonadas por completo a elementar operação de espalhamento, compactação e cobertura do lixo. Esse abandono perdurou por quatro anos, tempo irremediável para empreendimentos de tal natureza, o que resultou na perda do aterro sanitário, o qual já funcionava como um lixão a céu aberto.

Figura 9 – Aterro da Ribeira em julho de 2015



Fonte: Site do O Imparcial.

Em nota de rodapé: Disponível em <<https://oimparcial.com.br/noticias/cidades/2015/07/aterro-da-ribeira-sera-desativado-em-sao-luis/>>. Acesso em ago. 2017.

O fechamento do Aterro aconteceu em 25/07/2015 durante a gestão do prefeito Edivaldo Holanda Jr., visando um tratamento adequado para os resíduos de São Luís, buscando atender os princípios e exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Atualmente, há um processo de recuperação da área e, no antigo aterro, funciona uma estação de transbordo. A destinação final dos resíduos sólidos ludovicenses é feita no Centro de Tratamento de Resíduos operado pela empresa Titara, subcontratada da São Luís Ambiental S/A.

Figura 10 – Vista geral do transbordo atualmente



Fonte: São Luís Engenharia Ambiental S/A, 2017

Figura 11 – Pátio de carga de carretas



Fonte: São Luís Engenharia Ambiental S/A, 2017

Figura 12 – Aterro da Ribeira atualmente



Fonte: Site do O Imparcial.

Em nota de rodapé: Disponível em <<https://oimparcial.com.br/noticias/2017/07/aterro-da-ribeira-completa-dois-anos-de-desativacao-e-area-esta-sendo-recuperada/>>. Acesso em ago. 2017.

2.6 HISTÓRICO CENTRO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS TITARA (CRT TITARA)

As informações a seguir foram obtidas com visita a SLEA e esclarecimentos com o gerente comercial da empresa Titara, Fernando Santos, e com o engenheiro responsável pela Central de Gerenciamento Ambiental, Diego Oliveira.

Durante a gestão do prefeito Edivaldo Holanda Jr., em São Luís, achou-se preferível o encaminhamento dos resíduos sólidos de São Luís para um novo e moderno aterro sanitário a continuar no antigo aterro. Após licitação ganha pela SLEA – São Luís Engenharia Ambiental S/A, que ficou responsável por praticamente todos os serviços de gestão de resíduos urbanos em São Luís, a empresa Titara foi subcontratada para tratamento e destinação final dos resíduos sólidos da capital maranhense. A Central de Gerenciamento Ambiental Titara S/A é uma das mais modernas centrais de gerenciamento de resíduos sólidos do Brasil.

O Centro de Tratamento de Resíduos Titara foi construído inicialmente devido ao projeto de implantação da Refinaria Premium I da PETROBRAS, no município de Bacabeira. A implantação da refinaria acabou não ocorrendo e a

Prefeitura, aliada ao interesse da empresa, avistou a possibilidade de dar aos resíduos sólidos de São Luís nova destinação que fosse adequada.

Figura 13 – Centro de Tratamento de resíduos Titara



Fonte: Douglas Junior, 2015

O CTR Titara teve suas operações iniciadas em março de 2014, quando recebia resíduos inertes de borracha antes de receber os resíduos das cidades de Rosário e São Luís. O novo aterro sanitário de São Luís opera com segurança e todas as certificações ambientais necessárias com a finalidade de garantir o bem estar do meio ambiente e da população e atender as necessidades da mesma.

Figura 14 – Camada fictícia de regularização



Fonte: Site da Central de Gerenciamento Ambiental Titara

Em nota de rodapé: Disponível em < <http://www.cgatitara.com.br/category/noticias/>>. Acesso em ago. 2017.

Devido a sua distância do centro gerador de resíduos, a SLEA utiliza o Aterro da Ribeira como estação de transbordo por questões logísticas. A área de funcionamento do aterro sanitário Titara possui vida útil de 32 anos de operação e mais de 1780000 m². Sua capacidade diária de recebimento de resíduo é bem maior do que a ainda demandada pela cidade de São Luís.

Figura 15 – Centro de tratamento de resíduos Titara



Fonte: Daniel Moraes/ O imparcial, 2017

Possui solo devidamente compactado fazendo uso inclusive de uma manta de PEAD. Sistemas de drenagem de chorume e biogás estão devidamente instalados. Os materiais tratados são corretamente tratados após a drenagem (o chorume é encaminhado para uma ETE até não possuir mais potencial poluente).

Figura 16 – Camada fictícia de regularização



Fonte: Site da Central de Gerenciamento Ambiental Titara

Em nota de rodapé: Disponível em < <http://www.cgatitara.com.br/category/noticias/>>. Acesso em ago. 2017.

O CTR Titara recebe resíduos sólidos de classe I, II A e II B, nos quais se incluem resíduos domiciliares, comerciais, industriais e perigosos. Quanto a resíduos hospitalares, estes são de responsabilidade de concessionárias específicas como a Stericycle®, que incinera esse tipo de resíduo e, após torna-lo inerte, encaminha para o Centro de Tratamento de Resíduos Titara para que seja disposto.

Figura 17 – Centro de tratamento de chorume



Fonte: Daniel Moraes/ O Imparcial, 2017

Figura 18 – CTR Titara



Fonte: Site do Governo do Maranhão

Em nota de rodapé: Disponível em < <http://www.ma.gov.br/governo-realiza-visita-tecnica-em-aterro-sanitario-de-rosario/>>. Acesso em ago. 2017.

De maneira resumida, a Central de Gerenciamento Ambiental Titara atende todos os requisitos da Lei 12.305/2010, sendo esse um dos motivos para sua

escolha como melhor alternativa para substituir o Aterro da Ribeira. Uma das poucas dificuldades citadas pela empresa para gerir os resíduos foi a falta de conscientização da população que dificulta o tratamento e disposição final adequados.

3 MÉTODO

Este trabalho tem como base uma pesquisa bibliográfica e uma etapa de pesquisa in loco, objetivando um levantamento histórico e obtenção de dados que permitissem uma conclusão do assunto abordado, em especial, da parte econômica. O trabalho dividiu-se basicamente em três fases: pesquisa bibliográfica, acolhimento de dados e interpretação dos dados obtidos.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente, foi realizada a revisão bibliográfica para análise de alguns pontos, como: conceitos de resíduos, tipos de tratamento e destinação final de resíduos utilizados no Brasil, a importância de uma gestão de resíduos, dentre outros dados pertinentes ao assunto. A revisão bibliográfica foi realizada mediante leitura, fichamento e resumo de cada obra e artigo utilizados, com o intuito de pontuar os conceitos necessários a este estudo.

3.2 TIPO DE ESTUDO

Esse estudo faz uma análise comparativa entre o antigo e o atual destino final de resíduos sólidos de São Luís, Aterro da Ribeira e Centro de Tratamento de Resíduos Titara, respectivamente. Essa comparação leva em conta diversos aspectos como o social e o ambiental, mas o aspecto econômico foi visto com maior atenção na intenção de se estimar o impacto econômico que a mudança do antigo aterro para o novo provocou.

Todos os resultados obtidos foram estimados. O motivo para tal fato é que os reais valores e quantitativos presentes nos contratos da prefeitura com as

empresas envolvidas são sigilosos ou de acesso extremamente restrito, não podendo ser divulgados.

Graças ao fornecimento de valiosos dados do engenheiro civil Pedro Aurelio da Silva Carneiro, encontros com gestores da empresa Titara, visitas à órgãos competentes e consultas a tabelas do SINAPI, foi possível que se estimasse um preço aproximado acerca de quanto a gestão de resíduos foi onerada com a mudança do destino final para os resíduos sólidos urbanos de São Luís.

Foi usada a nomenclatura “CASO I” para quando a destinação final dos resíduos sólidos urbanos de São Luís era o Aterro da Ribeira e o termo “CASO II” para a situação atual, cuja destinação final é o Centro de Tratamento de Resíduos da empresa Titara.

Uma importante informação sobre esse estudo é que se considerou como aditivo na comparação CASO II – CASO I apenas dois serviços: o transporte dos resíduos da estação de transbordo do Aterro da Ribeira até o CTR Titara e o custo para disposição de resíduos nesse aterro sanitário privado. O porquê para tal consideração deve-se ao fato de que o único serviço adicional é a disposição dos resíduos agora em aterro particular, e o transporte do Aterro da Ribeira, o qual ainda recebe os resíduos, pois funciona como estação de transbordo, até o novo destino final de resíduos.

Anteriormente, a COLISEU era a responsável por todos os serviços inclusos na gestão de resíduos, que compreende desde a coleta, varrição, limpeza de vias e logradouros, capina e restos de poda até o tratamento e destino final desses resíduos. Hoje, a SLEA, São Luís Engenharia Ambiental S/A, é a responsável por todos esses serviços. Portanto, considerou-se fixo o valor de todos os serviços executados entre a coleta dos resíduos até a chegada dos mesmos à estação de transbordo, pois são serviços que ocorreriam independentemente da empresa contratada e sem a mudança do destino final dos resíduos.

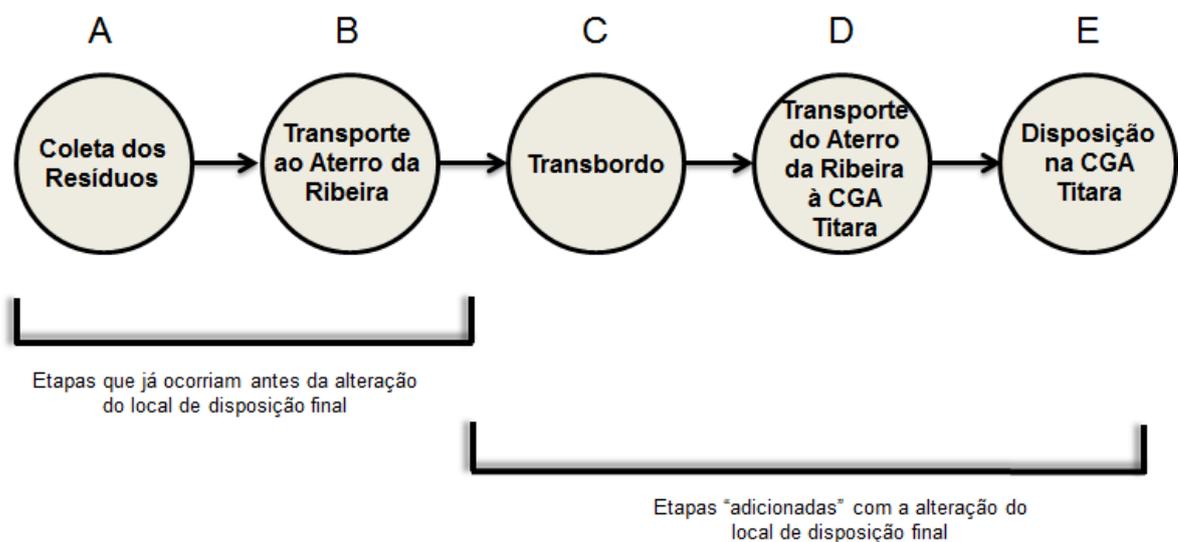
Como citado anteriormente, alguns custos não serão contabilizados como os custos de instalação do novo aterro e das reformas na estação de transbordo, que também está sob administração da SLEA. Esses custos não serão considerados justamente pela impossibilidade de se obter acesso aos dados de quantitativos referentes a cada atividade desempenhada pela empresa.

4 ESTUDO COMPARATIVO

A partir de dados fornecidos pelo engenheiro civil Pedro Aurélio da Silva Carneiro, da Agência Executiva Metropolitana de São Luís, foi possível constatar que são pagos aproximadamente 9,5 milhões de reais a cada mês para a execução de todos os serviços de gestão de resíduos sólidos de São Luís, cidade a qual produz 27.000 T de lixo por mês que são enviados a aterro.

Em síntese, o serviço de gestão de resíduos de São Luís funciona da seguinte maneira:

Figura 19 – Esquema do processo de gestão de resíduos de São Luís



Fonte: Autor, 2017

As etapas A e B foram consideradas como valores fixos, pois essas já ocorriam anteriormente à alteração do local de disposição final dos resíduos.

O Aterro da Ribeira funciona atualmente como estação de transbordo. Essa etapa foi chamada de etapa C e é quando os compactadores e/ou caçambas trucadas chegam ao Aterro da Ribeira e transferem os resíduos coletados para caçambas maiores.

A etapa D consiste no transporte entre a estação de transbordo situada no Aterro da Ribeira e a Central de Gerenciamento Ambiental Titara. Sabendo-se

que a distância entre esses locais é de aproximadamente 55 km e usando-se como referência projetos feitos anteriormente, estima-se, fazendo-se uso de dois itens do SINAPI de outubro/2017, o preço do transporte entre os dois lugares. Esses dois itens foram:

- 7284 (transporte comercial c/caminhão carroceria p/9 toneladas em rodovia pavimentada); O cálculo do transporte é expresso por:

$$\text{R\$ } 0,50/\text{ Tkm} \times 55 \text{ km} = \text{R\$ } 27,50/\text{ T.}$$

- 93599 (transporte caminhão basculante 14 m³ via urbana pavimentada DMT acima de 30 km); O cálculo do transporte é expresso por:

$$\text{R\$ } 0,39/\text{ Tkm} \times 55 \text{ km} = \text{R\$ } 21,45/\text{ T.}$$

Tabela 1 – Preços para transporte de carga em rodovia

Planilha Orçamentária - SINAPI Custos de Composição Sintético			MA	out/17
Código	Descrição	Und	Origem do Preço	Custo Total
72840	TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHAO CARROCERIA 9 T, RODOVIA PAVIMENTADA	TXKM	AS	R\$ 0,50
93599	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA , DMT ACIMA DE 30 KM (UNIDADE: TONXKM). AF_04/2016	TXKM	AS	R\$ 0,39

Fonte: Adaptado de SINAPI, 2017

Na finalidade de se obter um valor médio por tonelada para o transporte, foi realizada a média aritmética entre os dois valores obtidos, Portanto:

$$(R\$ 27,50/ T + R\$ 21,45/ T) / 2 = R\$ 24,475/ T.$$

Somando-se o valor médio para transporte por tonelada a um preço médio por tonelada (como em projetos passados da AGEM) para a realização do transbordo de R\$ 8,50/ T; temos:

$$R\$ 24,475/ T + R\$ 8,50/ T = R\$ 32,975/ T.$$

Por ABETRE e FGV (2009), o CTR Titara é um aterro de grande porte. Diante disso, fazendo-se uso do Acórdão nº 025.990/2008-2 do TCU, tem-se um valor médio de BDI de 21,20%, portanto, tem-se aproximadamente:

$$R\$ 32,975/ T \times 1,2120 = R\$ 39,96/ T.$$

Tabela 2 – BDI para obra de Estação de Tratamento

BDI PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO			
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIO
BDI	17,70%	25,80%	21,20%

Fonte: Adaptado de TCU, pág. 87, 2008

Como a quantidade média de resíduo mensal de São Luís é em torno de 27.000 T, tem-se aproximadamente:

$$R\$ 39,96/ T \times 27.000 T/ mês = R\$ 1.078.920/ mês.$$

No que diz respeito à disposição final dos resíduos, dados adquiridos de maneira extraoficial fornecem o preço de R\$ 55,00/ T para a disposição final no aterro particular Titara. Dessa forma, temos:

$$\text{R\$ } 55,00/\text{ T} \times 27.000 \text{ T/ mês} = \text{R\$ } 1.485.000,00/\text{ mês}.$$

Considerando o Anexo A (fornecido pelo responsável técnico Pedro Aurelio da Silva Carneiro), que possui a descrição do preço por tonelada de resíduo no Aterro da Ribeira em 1995 e esse valor corrigido para 2015, ano de fechamento do antigo aterro, tem-se o valor de R\$ 23,86/ T. Para o cálculo dessa correção, foi utilizado o INCP – Índice Nacional de Preços ao Consumidor. O INCP é um dos principais indicadores brasileiros da variação dos preços. Calculado pelo IBGE, é muito utilizado pelo Governo como parâmetro para o reajuste de salários em negociações trabalhistas. Assim, também com auxílio do INCP, calculou-se qual seria o custo operacional do Aterro da Ribeira para metade de Outubro de 2017. Esse custo seria:

$$\text{R\$ } 6,30/\text{ T} \times 4,16863093 = \text{R\$ } 26,26/\text{ T}.$$

Multiplicando-se pela quantidade de resíduos produzidos mensalmente em São Luís, 27.000 T, tem-se:

$$\text{R\$ } 26,26/\text{ T} \times 27.000 \text{ T/ mês} = \text{R\$ } 709.020,00/\text{ mês}.$$

Dessa forma, a diferença entre os custos operacionais para disposição de resíduos entre o CASO I e o CASO II é expressa por:

$$1.485.000,00/\text{ mês} - \text{R\$ } 709.020/\text{ mês} = \text{R\$ } 775.980/\text{ mês}.$$

Em síntese, foi estimado que se gasta aproximadamente R\$ 1.078.920 mensalmente para realizar o transporte entre a estação de transbordo do Aterro da Ribeira e a Central de Gerenciamento Ambiental Titara. Além disso, há uma adição de aproximadamente R\$ 775.980/ mês entre o custo operacional com a mudança do

local de disposição. Somando-se os dois valores citados anteriormente, é possível estimar o custo adicional mensal com a mudança do CASO I para o CASO II. Esse custo adicional é representado por:

$$\text{R\$ } 1.078.920/\text{ T} + \text{R\$ } 775.980/\text{ mês} = \text{R\$ } 1.854.900,00/\text{ mês}.$$

Em termos percentuais, o custo adicional, que se resume ao transporte entre a estação de transbordo e a Central de Gerenciamento Ambiental Titara e a disposição em aterro privado, equivale a aproximadamente **19,52%** de todo o valor gasto na gestão de resíduos sólidos de São Luís.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo das últimas duas décadas, diversas mudanças ocorreram no que diz respeito gestão de resíduos em São Luís. Observou-se uma mudança em relação às empresas responsáveis pelos serviços, público para o setor privado, criação de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos com novas diretrizes e objetivos e uma alteração quanto ao local de disposição final dos resíduos.

Todas essas mudanças implicaram em mais mudanças na logística da gestão de resíduos, nos custos da mesma, mas também em aspectos ambientais e sociais. Claramente, o descaso administrativo tornou o Aterro da Ribeira um lixão à céu aberto. Dessa forma, os resíduos lá depositados não recebiam o tratamento correto ou nenhum tratamento, algo que não ocorre na Central de Gerenciamento Ambiental Titara, onde os resíduos possuem um tratamento ideal e de acordo com a PNRS. Logo, no aspecto ambiental, a mudança foi extremamente positiva.

Outro aspecto positivo com a mudança de localização foi o maior distanciamento do Aeroporto Marechal Cunha Machado, o que evita influências no tráfego aéreo. Além disso, o centro de tratamento de resíduos Titara recebe não apenas os resíduos sólidos urbanos ludovicenses, mas também os da cidade de Rosário, local onde opera, como forma de compensação ambiental (Raposa, Vitória do Mearim e clientes privados também encaminham seus resíduos para o CTR Titara).

A grande desvantagem do novo aterro é a sua distância em relação à estação de transbordo e em relação aos centros geradores de resíduos e, sem dúvida, esse fato contribui para o um gasto maior com o transporte dos resíduos.

É válido ressaltar que, apesar da oneração para dispor os resíduos no CTR Titara, esse novo aterro sanitário é um aterro privado, o qual visa lucro, ao contrário do Aterro da Ribeira que era público. Dessa forma, o dinheiro gasto com sua operação era uma espécie de fundo perdido. Além disso, o CTR Titara possui um padrão tecnológico mais elevado, sobretudo, na proteção do subsolo e no tratamento de gases.

Uma reativação do Aterro da Ribeira é uma alternativa praticamente descartada, visto que os gastos para recuperação da área e reapreção para receber e tratar resíduos impactariam bastante os cofres públicos. Somado a isso, uma possível reativação esbarraria em diversos obstáculos judiciais.

Na tentativa de reduzir os gastos, é válido sugerir algumas propostas de intervenção. A construção de um novo aterro já foi inclusive cogitada e é uma alternativa. As dificuldades que a construção de um novo aterro sanitário apresenta são: custo e tempo necessários para a construção e área com localização propícia para instalação de um aterro além de obtenção de licenças.

Mais uma alternativa seria a alteração da estação de transbordo. Estudos são necessários, mas a estação de transbordo poderia se situar mais próxima aos centros geradores de resíduos.

Seria interessante que uma nova localização fosse situada próxima a alguma linha férrea (como a transnordestina), para que o transporte férreo, mais barato, pudesse ser utilizado parcialmente no transporte dos resíduos. Um vagão pode substituir vários caminhões e os danos ambientais causados por uma ferrovia chegam a ser 20% menores que os provocados por uma rodovia (FEARSLIDE, 2008). Além do mais, o modal ferroviário possui custos de operação e manutenção da via consideravelmente menores que o modal rodoviário (ELLER, 2011).

Essa alternativa poderia reduzir os gastos com frete e diesel, o que implicaria em redução do custo mensal com transporte. O uso de um transporte alternativo ao rodoviário também diminuiria o desgaste da pista de rodagem, emissões de CO₂, o risco de acidentes rodoviários e o número de coletores. Por outro lado, haveria a necessidade de todo o sistema funcionar perfeitamente para

atender as necessidades visto que o transporte ferroviário é mais lento e, assim como na primeira alternativa, haveria dificuldade para a obtenção de todas as licenças ambientais além da maior proximidade com o aeroporto. Por último, para que vingue, seria necessário um interesse tanto da operadora do aterro sanitário como das empresas ferroviárias.

Portanto, os ajustes na logística das atividades da gestão de resíduos devem ser criteriosamente avaliados e estudados. No mais, espera-se que o estudo apresentado seja bastante útil a toda a comunidade acadêmica, e que sirva de suporte teórico para novas pesquisas, visto que é uma área que entra da engenharia cuja importância e problemática crescem a cada dia e pode garantir um desenvolvimento sustentável e bem estar das populações atuais e futuras.

REFERÊNCIAS

ABETRE– Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos Sólidos & FGV – Fundação Getúlio Vargas. **Estudo sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários**, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, ANVISA, 2006.

_____. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União de 10 de dezembro de 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. **NBR 8849**: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

_____. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Coletânea de Normas. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BESEN, G. R. et al. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; POVINELLI, Jurandy. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BRASIL. **Decreto nº 7.217/2010**, de 21 de junho de 2010, regulamentando a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Brasília, DF. 2010.

BRASIL. **Decreto nº 7.404/2010**, de 23 de dezembro de 2010, regulamentando a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cria Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para Implantação dos Sistemas de Logística Reversa. Brasília, DF. 2010.

BRASIL. **Lei nº 11.107/2005**, de 06 de abril de 2005, dispõe sobre normas gerais de contratação dos consórcios públicos, Brasília, DF. 2005.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2010**, de 05 de janeiro de 2007, instituindo a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Brasília, DF. 2007;

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010**, de 02 de agosto de 2010, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, DF. 2010.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão nº 025.990/2008-2**. Plenário. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2008.

CARVALHO, Paula Marcilio Tonani de. **Responsabilidade civil e poluição por resíduos sólidos**. KBR, 2015.

CONDER – Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia. **Manual de Operação de Aterros Sanitários**. 2010. Disponível em <<http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20Aterro%20Sanit%C3%A1rio%20CONDER.pdf>>. Acesso em 02/09/2017.

CORREA, J; LANÇA, S. S. B. **Resíduos Sólidos – Projeto, Operação e Monitoramento de Aterros Sanitários – Guia do profissional em treinamento**. Cátedra da Unesco de Educação à Distância - FAE/UFMG. Editora Sigma, 2008.

COSTA. H. **Vantagens e desvantagens da Incineração e Co-incineração**. 22 de Julho de 2012. <<http://www.engenium.net/11157/vantagens-e-desvantagens-da-incineracao-e-co-incineracao.html>>. Acesso em: 14 de set. 2012.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero; VILHENA, André. **LIXO MUNICIPAL, MANUAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO**. IPT/CEMPRE. São Paulo, 2000.

DE MORAIS, Josmaria Lopes; SIRTORI, Carla; PERALTA-ZAMORA, Patricio G. **Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional**. Química Nova, Rio de Janeiro, 2006.

DO NASCIMENTO, Fábio Renato Rossi. **Aterros: Sanitário, Controlado, Não Controlado–Lixão**. São Carlos: UNICEP, 2009.

DOS SANTOS, Guilherme Garcia Dias. **Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: o caso da incineração e da disposição em aterros**. 2011. 208f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

EIGENHEER, Emilio Maciel. **Lixo, vanitas e morte: considerações de um observador de resíduos**. Rio de Janeiro: EDUFF, 2003.

ELLER, Rogéria de Arantes Gomes; SOUSA JUNIOR, W. C.; CURI, Marcos Lopes Cançado. **Custos do transporte de carga no Brasil: rodoviário versus ferroviário**. Journal of Transport Literature, v. 5, n. 1, p. 50-64, 2011.

FEARNSIDE, P.M. (2008). **Ferrovia e BR-319 - Um debate necessário e urgente para o Amazonas**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Seminário. Manaus, 19 de março de 2008.

FERREIRA, João Alberto. Resíduos sólidos e lixo hospitalar: uma discussão ética. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 11, n. 2, p. 314-320, Rio de Janeiro, 1995.
GOUVEIA, N. **Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental**. Saúde e Sociedade, v.8, n.1, p.49-61, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2008.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

LIMA, J.D. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**, 2001

LIMA, J.D. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.** João Pessoa, 2001.

LIMA, J. D. **Modelos de apoio à decisão para alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

LOGAREZZI, Amadeu. **Consumo e resíduo: fundamentos para o trabalho educativo.** São Carlos: EdUFSCar, 2006.

LOPES, Luciana. **Gestão e Gerenciamento Integrados de Resíduos Sólidos Urbanos: alternativas para pequenos municípios.** 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MAGALHÃES, D. M., **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de dores de campos – MG.** Dores de Campos, MG. 2008.

MASSUNARI, I.S. **Pesquisa e Seleção de Áreas para Aterro Sanitário.** Ed. 54. p. 17 -22. ABPL – Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Revista Limpeza Pública, Acervo digital. 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de orientação.** Brasília, 2012.

MONTEIRO, José Henrique Penido et. al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

MÜLLER, Adriani Maria. **Proposta de um sistema de gestão de resíduos de serviços de saúde para os cursos da área da saúde numa universidade comunitária**. 2012. 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

OLIVEIRA, D. R., **Aterro Sanitário. Aterro Controlado. Lixão**. 2010. Altura: 205 pixels. Largura: 320 pixels. 96 dpi. 24 BIT. 10,8KB. Formato Imagem JPEG. Disponível em: Acesso em 02/09/2017.

PITSCH, E. F. **A gestão de resíduos sólidos na UFSC e sua adequação frente às novas regras da política nacional de resíduo sólido (lei 12.305/2010)**. 2011. Trabalho De Conclusão De Curso, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PRADO FILHO, J. F. do; SOBREIRA, F. G. **Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS ecológico de Minas Gerais**. Rio de Janeiro. Artigo técnico. 2007.

RESÍDUOS SÓLIDOS. **Processamento de Resíduos Sólidos Orgânicos**: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2007.

SASIKUMAR, K.; KRISHNA, Sanoop Gopi. **Solid Waste Management**. Nova Délhi. PHI Learning Private Limited, 2009.

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.. **Custo Insumos e Composições Maranhão (Desonerado)**, 2017. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-ma/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MA_042017_Desonerado.zip >. Acesso em: 18 nov. 2017.

SOARES, T. G. **Produção de palhada e reciclagem de nutrientes de leguminosas e gramíneas para implantação do sistema de plantio direto na mesoregião do Nordeste Paraense**. 2006.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Controle Ambiental de Resíduos. In: PHILIPPI Jr, A.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**, Barueri, SP: Manole, 2004.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITÓRIOS. **Atualização Monetária**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<http://www.tjdft.jus.br/servicos/atualizacao-monetaria-1>>. Acesso em 01 nov. 2017.

WASTE ONLINE. **History of waste and recycling information sheet**. Disponível em:

<<http://wasteonline.brix.fatbeehive.com/resources/InformationSheets/HistoryofWaste.htm>, 2010.> Acesso em 03 set. 2017.

ZANTA, Viviana Maria; FERREIA, Cynthia Fantoni Alves. **Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos Urbanos**. In: CASTILHOS JÚNIOR, Armando Borges de. (coord.). Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para município de pequeno porte. : ABES, Rim. Rio de Janeiro, 2003.

APÊNDICE A – INDICADORES FINANCEIROS E OPERACIONAIS DE LIMPEZA PÚBLICA DE ALGUMAS CIDADES

Cidade	Brasília ¹	Curitiba ²	São José dos Campos ³	São Paulo ⁴	São Luís ⁵
Ano	2016	2016	2015	2013	2017
Gastos com limpeza pública (milhões de R\$/mês)	30,81	18,00	9,00	153,00	9,50
Média de RSU coletado (T/mês)	84.000	42.000	16.620	450.000	27.000
Coleta seletiva (%)	5,4	5	9	2,5	2,96
População atendida (%)	9,9	99,7	100	98,5	92,34
Custo da tonelada (R\$/T)	360,81	428,57	541,51	340,00	351,85
Custo per capita da limpeza (R\$/habxmês)	10,45	9,53	14,28	13,14	9,50

Fonte:

1. Revista Bio ABES jul/set-2016 e Bom Dia Brasil TV Globo de 17/01/2017.

2. Departamento de Limpeza Pública da Prefeitura de Curitiba.

3. URBAM – Urbanizadora Municipal S. A., junho/2016

4. Estudos sobre a composição de custos de execução dos serviços de limpeza pública no Estado de São Paulo – Selur/ FGVProjetos, setembro de 2014.

5. Agência Executiva Metropolitana de São Luís, julho 2017.

ANEXOS

ANEXO A – CUSTO OPERACIONAL DO ATERRO SANITÁRIO DA RIBEIRA

**CUSTO OPERACIONAL DO ATERRO SANITÁRIO DA RIBEIRA
(SETEMBRO/1995)**

PESSOAL	9.895,32
Salário com encargos mensais	8.604,63
Outros encargos (15%)	1.290,69
TRANSPORTE DE PESSOAL	1.815,00
Aluguel Kombi	1.245,00
Combustível (1.226 litros)	570,00
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS - ALUGUEL	20.480,00
Caçamba basculante	3.500,00
Pá carregadeira (150 h X 34,00/h)	5.100,00
Retro-escavadeira (20 h X 27,00/h)	540,00
Trator de esteiras D4 (150 h X 34,00/h)	5.100,00
Trator de esteiras D6 ou AD14 (120 h X 52,00/h)	6.240,00
DIVERSOS (energia, material de consumo e de construção, etc.)	809,68
TOTAL DESPESAS	33.000,00

MASSA DE LIXO ATERRADA	5.237,1
-------------------------------	----------------

CUSTO UNITÁRIO	R\$ 6,304
-----------------------	------------------

Atualização (de 01/10/1995 a 27/11/2015) do Custo Unitário = R\$ 23,86/tonelada (x 3,7867)

ANEXO B – LICENCIAMENTO PRÉVIO AMBIENTAL DO ATERRO DA RIBEIRA

ESTADO DO MARANHÃO
SECRETARIA DAS MINAS, ENERGIA E MEIO AMBIENTE
SMEMA

VÁLIDA ATÉ
12 / 01 / 92

LICENÇA PRÉVIA Nº 110 / 91

PROCESSO SMEMA, Nº 1008/91 CADASTRO SMEMA, Nº

A SECRETARIA DAS MINAS, ENERGIA E MEIO AMBIENTE, - SMEMA, com base na legislação que regulamenta o processo de licenciamento, autoriza a:

NOME OU RAZÃO SOCIAL:
COMPANHIA DE LIMPEZA E SERVIÇOS URBANOS - COLISEU

OBJETIVO SOCIAL:
SANEAMENTO BÁSICO (LIMPEZA URBANA)

C.P.F. ou C.G.C.: 06.902.096/0001 - 10 **INSCR. ESTADUAL:** *****

ENDEREÇO:
AV. SÃO LUÍS REI DE FRANÇA, 105

MUNICÍPIO: SÃO LUÍS - MA **CEP:** 65.005

A DESENVOLVER ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO RELATIVO(S) A(S) ATIVIDADE(S) DE
IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (LIXOS) DE SÃO LUÍS.

A LOCALIZAR-SE EM
RIBEIRA - DISTRITO INDUSTRIAL

São Luís MA, 12 / 07 / 91

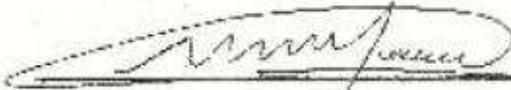
[Assinatura]
Secretário Adjunto de Defesa do Meio Ambiente e Turismo

OBS: - AS CONDIÇÕES SERÃO ESTABELECIDAS NOS ANEXOS.
- ESTA LICENÇA NÃO AUTORIZA O INÍCIO DA INSTALAÇÃO E/OU OPERAÇÃO

ANEXO C – LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE OPERAÇÃO DO ATERRO DA RIBEIRA

 ESTADO DO MARANHÃO SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E TURISMO SEMATUR	
ença de Operação nº 023 / 95	VÁLIDA ATÉ: 21 / 02 /
PROCESSO SEMATUR Nº 2914/95	CADASTRO SEMATUR Nº
A SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E TURISMO—SEMATUR com base na legislação regulamentada o processo de licenciamento, autoriza a:	
OME OU RAZÃO SOCIAL: COLISEL-COMPANHIA DE LIMPEZA E SERVIÇOS URBANOS	
OBJETIVO SOCIAL: LIMPEZA PÚBLICA	
C.F. OU C.G.C.: 06 900 096/0001-20	INSCR. ESTADUAL: 120667010
ENDEREÇO: AV. SÃO LUIS REI DE FRANÇA, 105 - TURU	
INÍCIO: SÃO LUIS/MA	CEP.: 65.000.000
OPERAR A ATIVIDADE: ATERRO SANITÁRIO DE SÃO LUIS	
SITUALIZADA EM: RIBEIRA - DISTRITO INDUSTRIAL	
OBS: VIDE ANEXO I PARTE INTEGRANTE DESTA LICENÇA	

São Luis-Ma, 21 / 02 / 95



 D. A.

ANEXO D – LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE INSTALAÇÃO DO ATERRO DA RIBEIRA

ESTADO DO MARANHÃO	
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E TURISMO	
SEMATUR	
licença de Instalação nº 037 / 93	VÁLIDA ATÉ: <u>15 / 09 /</u>
PROCESSO SEMATUR Nº 2608/93.	CADASTRO SEMATUR Nº
A SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E TURISMO—SEMATUR com base na legislação regulamentar o processo de licenciamento, autoriza a:	
NOME OU RAZÃO SOCIAL: COMPANHIA DE LIMPEZA E SERVIÇOS URBANOS - COLISEU	
OBJETIVO SOCIAL: LIMPEZA PÚBLICA	
C.P.F. OU C.G.C.: 06900096/0001 - 20	INSCR. ESTADUAL: 12066701 - 0
ENDEREÇO: AV. SÃO LUIS REI DE FRANÇA, 105 - TURI	
MUNICÍPIO: SÃO LUIS - MA	CEP.: 65065-000
INSTALAR A ATIVIDADE: ATERRO SANITÁRIO	
LOCALIZAR-SE EM: RIBEIRA - MA	
São Luis-Ma, <u>15 / 09 / 93</u>	
Eng.º Leonilso Borges Caldas Neto Subsecretaria - SEMATUR	
OBS.: AS CONDIÇÕES SERÃO ESTABELECIDAS NOS ANEXOS.	

ANEXO E – CRONOLOGIA ATERRO DA RIBEIRA

CRONOLOGIA DO ATERRO SANITÁRIO DA RIBEIRA

Outubro/90 – Conclusão do estudo optando por um aterro sanitário como tratamento e destino final para o lixo de São Luís e indicação da área escolhida;

Janeiro/91 – Início dos entendimentos com a Companhia Vale do Rio Doce – CVRD com vistas à sua participação em empreendimento da limpeza pública de São Luís;

Julho/91 – Concessão da Licença Prévia nº110/91 pela SEMATUR (12/07/91);

Fevereiro/92 – Discussão do EIA/RIMA em audiência pública e aprovação pela SEMATUR (16/01/92);

Abril/92 – Aquisição pela Prefeitura da área (60 hectares) na Ribeira, através de escritura pública de compra e venda;

Agosto/92 – Apresentação e aprovação do projeto do aterro sanitário da Ribeira;

Março/93 – Assinatura de convênio entre Prefeitura de São Luís e a CVRD, onde a segunda garante recursos de até US\$ 500.000,00 para as obras do aterro sanitário;

Mai/93 – Publicação do edital de tomada de preços 012/93 pela CVRD para a execução das obras do aterro sanitário;

Setembro/93 – Concessão da Licença de Instalação nº 037/93 (15/09/93);

Outubro/93 – Conclusão do processo licitatório com o vencedor (Conterplan – Ivan Caldas) desistindo de assinar o contrato;

Novembro/93 – Contratação de empresa com dispensa de licitação após a caracterização de situação de emergência, e início das obras;

Novembro/94 – Conclusão das obras de implantação da infraestrutura do aterro sanitário;

Janeiro/95 – Início da operação em caráter experimental (26/01/95);

Fevereiro/95 – Concessão da Licença de Operação nº 023/95 (21/02/95);

Março/95 – Inauguração e entrada em operação normal (24/03/95);

Abril/96 – Desativação do Lixão do Jaracaty (02/04/96);

25/07/2015 – Desativação do aterro sanitário da Ribeira, após 20 anos recebendo o lixo de São Luís.