



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



DANILO WALLACE FERREIRA SOUSA

**ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DO ATERRO CONTROLADO: ESTUDO DE CASO
NO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ – RO**

Ji-Paraná

2014

DANILO WALLACE FERREIRA SOUSA

**ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DO ATERRO CONTROLADO: ESTUDO DE CASO
NO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ – RO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Igor Georgios Fotopoulos

Ji-Paraná

2014

Sousa, Danilo Wallace Ferreira

S725e Estimativa da vida útil do aterro controlado: estudo de caso no
2014 município de Ji-Paraná - RO / Danilo Wallace Ferreira Sousa;
 orientador, Igor Georgios Fotopoulos. -- Ji-Paraná, 2014

65 f. : 30cm

Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental. –
Universidade Federal de Rondônia, 2014

Inclui referências

1. Gestão ambiental. 2. Meio ambiente - Conservação. 3. Resíduos
sólidos - Gestão. 4. Aterro sanitário - Rondônia. I. Fotopoulos, Igor
Georgios. II. Universidade Federal de Rondônia. III. Título

CDU 628.472.3(811.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



TÍTULO: ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DO ATERRO CONTROLADO: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ – RO

AUTOR: DANILO WALLACE FERREIRA SOUSA

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e aprovado pelo Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, no dia 10 de Março de 2014.

Diogenes Ricierra Grings
Assessor Técnico da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Ji-Paraná

João Paulo Papaleo Moreira Costa
Engenheiro Ambiental Prefeitura Municipal de Cacoal

Prof. Orientador Igor Georgios Fotopoulos
Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Ji-Paraná, 10 de Março de 2014.

Dedico este trabalho aos meus pais, Dezeilma Fereira da Silva e Vilaci Ferreira Sousa, que sempre me incentivaram a ingressar na universidade e nao mediram esforcos para me manter estudando, apesar dos obstaculos encontrados no percurso, eles se fizeram sempre presente e compartilharam dos meus momentos mais dificeis, como tambem dos momentos de glória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a nosso Pai Celestial, por me conceder o Dom da vida e a Virtude de separar o certo do errado, e sempre me abençoando com conquista, devido aos seus ensinamentos pude trilhar o caminho do bem e ingressar na universidade e com a sua ajudar colherei muitos frutos dessa jornada.

Aos meus pais Dezeilma Ferreira da Silva e Vilaci Ferreira Sousa, que me incentivaram e acreditaram no meu pontencial, não mediram esforços para que eu pudesse estudar.

Aos meus irmãos, Daniel Victor Ferreira Sousa e Vilaci Junior Ferreira Sousa os quais pude contar durante toda a graduação.

Aos amigos de República que foram pra mim como uma segunda família, os quais estiveram presentes e me auxiliaram no decorrer da graduação, compartilhando as alegrias e perdas e ajudando a superar os desafios, isso tudo sem pedir nada em trocar.

Ao Professor Orientador Igor Fotopoulos, pelo apoio, sua disposição a me orientar, interesse com meu aprendizado, críticas construtivas, contribuições para qualificação desse trabalho, meu agradecimento por ter acrescentado os seus conhecimentos durante todo esse trabalho.

Aos meus amigos da faculdade, Fábio Freitas Rochas, João Gabriel França, Cleverson Barbosa, Lincoln Pontes da Silva, Gilmar Moreira, por toda parceria e convívio durante esses anos.

Agradeço a minha namorada que me aguentou nos momentos de estresse durante a realização desse trabalho.

Aos professores pela dedicação, disponibilidade e interesse com a transmissão dos conhecimentos, além de grandes lições de vida e palavras de conforto e motivação;

E aos demais amigos e familiares que me incentivaram direta ou indiretamente durante a graduação e torceram pelo meu sucesso; A todos, os meus sinceros agradecimentos.

*“Construí amigos, enfrentei derrotas, venci
obstáculos, bati na porta da vida e disse-lhe:
Não tenho medo de vivê-la.”*

-Augusto Cury

RESUMO

O grande consumo de recursos naturais pela sociedade moderna e a geração de quantidades significativas de resíduos que precisam ser dispostos de maneira segura e sustentável, tem despertado a necessidade de tratamento adequado dos resíduos sólidos e também ampliado às discussões para o equilíbrio sustentável do meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo quantificar o tempo de vida do aterro controlado do município de Ji-Paraná e inferir os possíveis impactos decorrente da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos. Para tanto, foram estudados os resíduos através de visitas técnicas, levantamento fotográficos e entrevistas com questionários em órgãos públicos e privados, para obtenção dos dados referente a quantidade de resíduos gerados na área de estudo e os possíveis danos causados quando não são dispostos adequadamente. Dessa forma, a disposição final dos resíduos sólidos no município favorece a contaminação do solo e do lençol freático, devido as valas não serem impermeabilizadas. Os dados obtidos foram de grande relevância no contexto social-econômico da cidade e mostram que o processo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos gera renda, porém a correta disposição final dos resíduos deveria ser o aterro sanitário. Entretanto, no município de Ji-Paraná, a disposição final dos resíduos ocorre no aterro controlado que possui uma vida útil estimada de 3,32 anos quando calculada pelo número de descargas, e 6,6 anos quando levada em consideração a quantidade de resíduos informados pela COOLPEZA. Portanto, apesar do aterro controlado de Ji-Paraná possuir uma vida útil estimada de 3,32 a 6,6 anos, faz-se necessário a implantação do aterro sanitário até 02 de agosto de 2014, pois de acordo com a Lei 12.305/10, a disposição dos resíduos sólidos devem ser feitas em aterro sanitário .

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos, Destinação Final, Meio Ambiente.

ABSTRACT

The large consumption of natural resources by modern society and generate significant amounts of waste that must be disposed in a safe and sustainable manner, has raised the need for adequate solid waste treatment and also extended the discussions to sustainable environmental balance. This study aimed to quantify the lifetime of the controlled municipality of Ji-Paraná landfill and infer the possible impacts arising from the improper disposal of solid waste. For both, the residues were studied through technical visits, photographic survey questionnaires and interviews with public and private agencies to obtain the data referente the amount of waste generated in the study area and possible damage when not disposed of properly. The data were of great importance in the social and economic context of the city and show that the process of collection and disposal of solid waste employs people, and that the correct disposal of waste should be the landfill. Therefore, in the municipality of Ji-Paraná, the final disposal of waste occurs at the landfill that has an estimated useful life of 3.32 when calculated by the number of downloads, and 6.6 years when taking into account the waste quantdade informed by COOLPEZA. Therefore, despite the controlled landfill of Ji-Paraná have an estimated useful life of 3.32 to 6.6 years, it is necessary to the implementation of the landfill until August 2, 2014, because according to the law, the disposition 10 12,305/solid waste must be made in landfill.

Keywords: Municipal Solid Waste, Final Destination, Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Recipientes com cores diferenciadas para a coleta de materiais recicláveis.	22
Figura 2 - Mapa de Localização do Aterro Controlado do Município de Ji-Paraná/RO.....	34
Figura 3 - Caminhões utilizados para coletas dos RSU, domiciliares e industrial.....	42
Figura 4 - Equipe de trabalhadores na coleta diurna RSUs no município de Ji-Paraná/RO. ..	43
Figura 5 - O Presidente da COOCAMARJI sendo entrevistado, nas dependências do aterro controlado.	44
Figura 6 - Associados da COOCAMARJI coletados os materiais recicláveis no aterro controlado de Ji-Paraná/RO.....	45
Figura 7 - Centro de triagem da COOCAMARJI.....	45
Figura 8 - Ecoponto dos resíduos pneumáticos do município de Ji-Paraná.	46
Figura 9 - PEV de materiais plásticos.	47
Figura 10 - Veículo utilizado para a coleta de RSS.	48
Figura 11 - Construção da trincheira utilizada para destinação final dos RSS no aterro controlado de Ji-Paraná/RO.....	49
Figura 12 - A trincheira que recebe os RSS, ativa no aterro municipal.	50
Figura 13 - As lagoas do sistema de tratamento de esgoto de auto fossas.	51
Figura 14 - Gráfico representando a área já utilizada dentro do aterro controlado.....	52
Figura 15 - Área do aterro já utilizada e com a cobertura final concluída.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/dia) coletada nas regiões do Brasil.....	21
Tabela 2 - Quantidade de municípios por região, que tem o sistema de coleta seletiva implantada.	22
Tabela 3 - Número de municípios nos Estados da região norte que tem o sistema de coleta seletiva implantada.	23
Tabela 4 - A tonelagem de resíduos sólidos correlacionados com a capacidade volumétrica das caçambas coletoras compactadoras existentes.	37
Tabela 5 - Geração per capita de resíduos sólidos relacionado ao tamanho da cidade.....	40
Tabela 6 - Quantidade de material reciclado coletado na área do aterro, no verão.....	47
Tabela 7 - Distribuição das áreas do aterro municipal.	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
COOCAMARJI	Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis de Ji-Paraná
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
GIRSU	Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos
GRSU	Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos
NBR	Norma Brasileira
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PGRSU	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RSS	Resíduos de Serviços e Saúde
SEMEIA	Secretaria Municipal do Meio Ambiente (Prefeitura de Ji-Paraná)
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. REFERENCIAL TEÓRICO	18
1.1. RESÍDUOS SÓLIDOS	18
1.1.1. Conceitos	18
1.1.2. Classificação dos Resíduos Sólidos.....	18
1.1.3. Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos	20
1.1.4. Tipos de Coletas de Resíduos Sólidos Urbanos.....	21
1.1.4. Resíduos de Serviço de Saúde.....	23
1.1.5. Destinação Final Ambientalmente Adequada.....	24
1.1.6. Disposição Final dos Resíduos Sólidos.....	26
1.1.7. Histórico da Concepção da Política Nacional dos Resíduos Sólidos	30
2. MATERIAIS E MÉTODOS	33
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	33
2.2. AMOSTRAGEM COLETADA	34
2.2.1. Coleta	34
2.2.2. Catadores.....	35
2.3. CÁLCULO DA VIDA ÚTIL DA ATUAL ÁREA ATERRO CONTROLADO	35
3. RESULTADOS	41
3.1. ÁREA DO ATERRO CONTROLADO.....	41
3.2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	41
3.3. COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	41
3.3.1. Coleta Seletiva.....	44
3.3.2. Ecoponto e Pev	46
3.3.3. Reciclagem.....	47
3.4. RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE.....	48
3.5. SISTEMA DE TRATAMENTO DE AUTO FOSSAS	50
3.6. ATERRO CONTROLADO DO MUNICÍPIO	51
3.6.1. Forma de Aterramento: Método da Trincheira ou Vala	52
3.7. QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS EM JI-PARANÁ EM UM ANO.....	54
3.8. CAPACIDADE DE SUPORTE DO ATERRO CONTROLADO.....	54
3.8.1. Vala de RSS.....	55
3.8.2. Vala de RSU	55
3.8.3. Quantidade de Materiais Recicláveis Coletados pelos Catadores	55
3.9. TEMPO DE VIDA ÚTIL DO ATERRO.....	56

4. DISCUSSÕES	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS	64

INTRODUÇÃO

Diante da importância de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, faz-se necessária a adoção de medidas para que isso possa vir a acontecer, pois para que tenhamos uma vida saudável no planeta é essencial que o mesmo esteja equilibrado, uma vez que “O espaço urbano tem sido recorrentemente considerado como uma contradição à sustentabilidade e preservação ambiental” (ÁVILA e MONTE-MÓR, 2007), devido a intensa urbanização pós Segunda Guerra Mundial, sobretudo nos países em desenvolvimento como o Brasil, que acarretou uma série de impactos ambientais e sociais, muitas vezes desastrosa, sem o mínimo de saneamento.

Os resíduos sólidos quando não recebem o devido tratamento e destinação final adequada, contribuem para a degradação ambiental, gerando assim, a poluição visual das cidades e servindo como abrigo e alimento para vetores, ocasionando odores. Na ocorrência de precipitação, esses materiais são carregados para os corpos hídricos e bueiros, dessa forma, além de contaminar o solo e a água, impedem a passagem do curso natural da água, o que contribui para a ocorrência de enchentes (MONTEIRO, 2001).

Segundo BARROSO, CHERUBINI, CORDEIRO (2005), o estado de Rondônia teve durante as décadas de 1970 e 1980 um crescimento acelerado e desordenado, estimulado pelo governo federal, no qual a população era incentivada a desmatar a área de floresta para ocupação territorial do estado recém-criado. Este processo de desenvolvimento e colonização do estado de Rondônia, também contribuiu para o aumento da produção de resíduos neste território.

De acordo com Santos (2004), o aumento da quantidade de resíduos sólidos gerados provém do aumento da população humana e da concentração destas em centros urbanos. A forma e o ritmo da ocupação desses espaços, o modo de vida baseado na produção e no consumo cada vez mais rápido de bens, são fatores que contribuem cada vez mais para o aumento crescente dos resíduos.

Não obstante, o Brasil também apresenta um grande problema com a incorreta destinação dos resíduos produzidos. Dados do IBGE afirmam que a região Norte do país leva mais de 80% dos seus resíduos para lixões. Todas as regiões do Brasil, no entanto, vivem o mesmo problema. Em 2010, a geração de resíduos sólidos urbanos cresceu 6,8% em relação a 2009 e números do IBGE apontam que apenas 27,7% dos resíduos no Brasil vão, de fato, para aterros sanitários (IBGE, 2010).

No município de Ji-Paraná, o local utilizado para disposição dos resíduos coletados é feita em um aterro controlado, no entanto, a forma ambientalmente adequada é a implantação de aterros sanitários (CARVALHO e LANZA, 2006). Isto ressalta a necessidade de ser feito um estudo antecipado, para a escolha das áreas que serão utilizadas na instalação de um aterro sanitário, para que se conheça a sua particularidades e pode estimar o seu tempo de vida útil.

A ABNT (1992), através da NBR 8419, define aterro sanitário, como uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais. Este método, utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário.

A coleta e destinação final dos resíduos sólidos é um dos processos de fundamental importância para a garantia de um meio ambiente equilibrado, quando realizado de forma adequada. Em vista disso, o presente estudo teve como objetivo estimar a vida útil do aterro controlado do município de Ji-Paraná, visando, com isso, obter informações capazes de orientar e auxiliar nas tomadas de decisões futuras pelo setor público, com relação à coleta e destinação final dos resíduos produzidos pela população, e, demonstrar a necessidade de obtenção de nova área e adoção de medidas mitigadoras no processo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Estimar a vida útil do Aterro Controlado no município de Ji-Paraná/RO.

Objetivos Específicos

- I. Estimar a quantidade diária, mensal e anual de RSU produzido na cidade de Ji-Paraná;
- II. Estimar a quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) depositados anualmente no Aterro Controlado de Ji-Paraná;
- III. Comparar os dados fornecidos pela COOLPEZA com os da estimativa realizada.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

1.1.1. Conceitos

O termo resíduo sólido apresentam várias definições. Segundo Moraes (2006), resíduos sólidos ou lixos, significam a mesma coisa, sendo o termo lixo mais utilizado na linguagem corrente, e no meio acadêmico ou técnico, normalmente adota-se o termo resíduo sólido.

Assim, qualquer atividade humana é por natureza geradora de resíduos sólidos. Estes por sua vez, são as denominações genéricas para determinados tipos de lixos produzidos pelos seres humanos e são representados por materiais que não possuem mais nenhum valor para o gerador (AMBIENTEBRASIL, 2013).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2004) compreende resíduos sólidos como materiais heterogêneos, inertes, minerais e orgânicos, e que são o resultado das atividades naturais e humanas, e que ainda podem ser utilizadas parcialmente.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10.004 (2004), dispõe que resíduos são os “resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).”

De acordo com o disposto no inciso XVI da Lei 12.305/10, resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível(BRASIL, 2010).

1.1.2. Classificação dos Resíduos Sólidos

De acordo com Rosa (2009), a finalidade de classificar um resíduo é diferenciá-lo de acordo com possíveis variáveis, no intuito de fornecer parâmetros utilizáveis pelos gestores, por intermédio de normas.

1.1.1.1. Quanto a origem

Na literatura adversas formas de classificação dos resíduos sólidos, podendo ser conforme o tipo de atividade ou local gerador do resíduo.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10), traz a seguinte classificação quanto a sua origem no seu Art. 13, expondo da seguinte maneira:

Resíduos Domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

Resíduo de Limpeza Urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

Resíduos Sólidos Urbanos: os resíduos domiciliares e de limpeza urbana;

Comerciais e Prestadores de Serviços: os gerados nestas atividades, excetuados os de limpeza urbana, serviços públicos de saneamento básico, serviços de saúde, construção civil, serviços de transporte;

Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico: os produzidos nestas atividades, afora os resíduos sólidos urbanos;

Resíduos Industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

Resíduos dos Serviços de Saúde: os derivados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e SNVS;

Resíduos da Construção Civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

Resíduos Agrossilvipastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturas, incluindo os relacionados a insumos utilizados nestas atividades;

Resíduos de Serviços de Transporte: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteiras;

Resíduos de Mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração e beneficiamento de minério (BRASIL, 2010).

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), a origem dos resíduos é um fator importante para o seu manejo em uma cidade, pois um sistema de gestão eficiente leva

em consideração todo o processo, desde origem até a destinação final de forma adequada. A origem pode ser: urbana, industrial, serviços de saúde, radioativa, agrícola, construção civil (FUNASA, 2004).

1.1.1.2. Quanto ao potencial de contaminação

Os resíduos sólidos são classificados também quanto a sua periculosidade, a NBR N°. 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), estabelecer os resíduos de acordo com as classes I, II e III, sendo:

Resíduos Classe I (perigosos) - São os resíduos sólidos ou misturas de resíduos que tem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, e podem apresentar riscos à saúde pública;

Resíduos Classe II (não inertes) – São os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe III (inertes). Estes resíduos podem ter características como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;

Resíduos Classe III (inertes) – contemplam os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos ao teste de solubilização (Norma NBR no. 10.006 – Solubilização de Resíduos – Procedimento) não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões definidos.

1.1.3. Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos

Caracterizar os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de um município, ou determinar a sua composição física, é uma tarefa árdua, mas de importância primordial para qualquer projeto na área de resíduos sólidos, podendo os resultados serem utilizados como parâmetro de comparação com os de outros locais, ou até mesmo servirem como base para comunidades onde ainda não se tenha realizado esta caracterização (GOMES, 1997).

A caracterização e quantificação dos resíduos sólidos são fundamentais para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU), principalmente para as etapas de transporte, tratamento e disposição final, pois estes fatores, influenciarão na capacidade dos veículos de transporte e na operação dos aterros sanitários (MANASSERO, 1996).

Contudo, são vários os fatores que influenciam na caracterização dos resíduos sólidos urbanos, a exemplos das mudanças climáticas, demográficas, socioeconômicas e épocas especiais. (MONTEIRO, 2001).

1.1.4. Tipos de Coletas de Resíduos Sólidos Urbanos

No Brasil, os municípios são responsáveis por coletar e dispor os seus resíduos de maneira adequada. Mas na prática, isso não ocorre e na maioria das vezes este fato se deve por falta de recursos, deficiência administrativa ou falta de visão ambiental, vindo acarretar danos aos solos, contaminação do lençol freático, rios e córregos (pelo chorume), além de poluição atmosférica (ELK, 2007).

De acordo com os dados do IBGE 2010, a quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos coletados em cada região do Brasil, estão expressos na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/dia) coletada nas regiões do Brasil.

REGIÕES	QUANTIDADE DE RESÍDUOS COLETADO T/DIA
Norte	14 639
Nordeste	47 206
Centro Oeste	16 120
Sul	37 342
Sudeste	68 181
BRASIL	183 488

FONTE: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

1.1.3.1. Coletas seletivas

De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado do IPT (IPT, 2008), existem três modalidades principais de coleta seletiva: 1) a coleta porta a porta (ou domiciliar); 2) em Pontos de Entrega Voluntária (PEV); 3) e a realizada por catadores. A coleta porta a porta assemelha-se à coleta domiciliar, porém, os veículos coletores percorrem as residências em dias e horários específicos, diferentes da coleta normal.

A coleta seletiva em PEV é aquela realizada em locais pré-estabelecidos, onde existem coletores padronizados por cores para cada tipo de material a ser reciclado. A Resolução CONAMA nº 275/2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva (BRASIL, 2001). A separação do material é feita pelo cidadão em recipientes de coletas específicos com suas respectivas cores de identificação, conforme a figura 1, exposta abaixo, e a coleta seletiva é realizada em dias e horários específicos.



Figura 1 - Recipientes com cores diferenciadas para a coleta de materiais recicláveis.
Fonte: <<http://www.reciclagemnomeioambiente.com.br/lixeiros-para-coleta-seletiva-cores-e-significados/>> Acesso em 10 de dezembro de 2014.

É indicado que a instalação dos PEV seja feita em parceria com empresas privadas, que podem, por exemplo, financiar a instalação dos contêineres e explorar o espaço publicitário do local (IBAM, 2004).

A coleta seletiva realizada por catadores tem ganhado bastante importância no abastecimento do mercado de materiais recicláveis e, conseqüentemente, na redução de resíduos a serem destinados aos aterros sanitários.

De acordo com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) 405 dos municípios no Brasil que operam programas de coleta seletiva, 174 têm relação com cooperativas de catadores de materiais recicláveis (CEMPRE, 2009).

O cenário atual da coleta seletiva no Brasil está apresentada abaixo na Tabela 2, a qual representa a quantidade de município por região do Brasil que tem implantado o sistema de coleta seletiva.

Tabela 2 - Quantidade de municípios por região, que tem o sistema de coleta seletiva implantada.

REGIÕES	COM SERVIÇO DE COLETA SELETIVA
Norte	21
Nordeste	80
Centro Oeste	31
Sul	454
Sudeste	408

BRASIL	994
---------------	-----

FONTE: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

De acordo com IBGE (2010), o estado de Rondônia não existe a coleta seletiva em nenhum dos municípios, conforme dados apresentados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Número de municípios nos Estados da região norte que tem o sistema de coleta seletiva implantada.

REGIÃO NORTE	COM SERVIÇO DE COLETA SELETIVA
Rondônia	Ausente
Acre	1
Amazonas	6
Roraima	1
Amapá	Ausente
Pará	11
Tocantins	2
TOTAL	21

FONTE: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

1.1.4. Resíduos de Serviço de Saúde

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são produzidos em hospitais, clínicas médicas e veterinárias, laboratórios de análises clínicas, farmácias, centros de saúde, consultórios odontológicos e outros estabelecimentos afins.

A Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 (BRASIL, 2005), dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e adota outras providências, o qual com base na necessidade de ação integrada entre os órgãos federais, estaduais e municipais de meio ambiente, de saúde e de limpeza urbana com o objetivo de regulamentar o gerenciamento dos RSS, resolve:

Art. 1º - Esta Resolução aplica-se a todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares.

Parágrafo único. Esta Resolução não se aplica a fontes radioativas seladas, que devem seguir as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN, e às indústrias de produtos para a saúde, que devem observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental.

O gerenciamento de resíduos de serviços de saúde é regulamentado pela Resolução RDC 306/2004 e Resolução CONAMA 358/2005, onde dispõe que todos os estabelecimentos de saúde geradores de resíduos de serviços de saúde devem elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS, atendendo a critérios técnicos, legislação sanitária e ambiental, normas locais dos serviços de limpeza urbana e contemplando todas as etapas do manejo de RSS desde a segregação até disposição final (BRASIL, 2005).

Dessa forma, o gerenciamento dos RSS constitui-se em um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

1.1.5. Destinação Final Ambientalmente Adequada

De acordo com art. 3º, inciso VII, da Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, destinação final ambientalmente adequada é a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

1.1.5.1. Usinas de triagem

A usina de triagem tem a função de separar os diversos componentes presentes nos resíduos os quais são divididos por grupos como: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais. Em princípio é realizada a separação dos materiais potencialmente

recicláveis, que posteriormente serão prensados, enfardados e armazenados para comercialização (LANZA, 2009).

Após o processo de triagem, os materiais são encaminhados para serem reciclados, enquanto que a matéria orgânica é encaminhada para a compostagem em um pátio próprio dentro da usina, onde há um processo de decomposição aeróbica pela ação de microrganismos em condições físico-químicas adequadas. O composto orgânico se torna um produto rico em húmus e componentes minerais que podem agir na recuperação de áreas degradadas (LANZA, 2009).

1.1.5.1.1. Reciclagem

Conforme conceito disposto no art. 3º, XIV da Lei 12305/10, a reciclagem é um processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (BRASIL, 2010).

De acordo com Valle (2000), a reciclagem é uma forma de refazer o ciclo, trazer de volta à origem, sob forma de matéria-prima, os materiais de difícil degradação e que podem ser reprocessados, mantendo suas características básicas.

O processo de reciclagem envolve a coleta seletiva, triagem, beneficiamento, acondicionamento e armazenamento. A coleta seletiva consiste na coleta dos resíduos sólidos previamente segregados, na própria fonte geradora, dos componentes que podem ser recuperados, mediante acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes. Na etapa de triagem, o resíduo sólido são separado e posteriormente são acondicionados (IPT, 2008).

A reciclagem apresenta-se como uma alternativa ao processamento dos RSU gerados em um determinado município. Esta, por sua vez, é resultado de atividades que transformam os resíduos em matéria prima para manufatura de outros produtos (IPT, 2008).

Para Prado Filho e Sobreira (2007, p. 53), a triagem e a reciclagem servem para separação dos materiais recicláveis presentes nos RSU. Inicialmente os materiais como: papéis, metais, plásticos, vidros e outros. Após a separação os mesmos são encaminhados para a destinação industrial, possibilitando a reciclagem e/o transformação em novos produtos.

Neste contexto, grande solução para os resíduos sólidos é aquela que prevê a máxima redução da quantidade de resíduos na fonte geradora. Quando os resíduos não podem ser

evitados, deverão então ser reciclados, por reutilização ou recuperação, de tal modo que haja o mínimo de materiais possíveis que tenham como destino final os aterros sanitários (AMBIENTEBRASIL, 2013).

1.1.5.1.2. Compostagem

A compostagem é o processo de reciclagem da matéria orgânica formando um composto. A compostagem propicia um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros e melhorando a estrutura dos solos. Esse processo, permite dar um destino aos resíduos orgânicos domésticos, como restos de comidas e resíduos do jardim. (AMBIENTEBRASIL, 2013).

Segundo Kiehl (1998), a compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica, no estado sólido e úmido. Dois estágios podem ser identificados nesta transformação: 1º estágio: denominado digestão, corresponde à fase inicial da fermentação, na qual o material alcança o estado de bioestabilização; 2º estágio: denominado maturação, a massa em fermentação atinge a humificação, estado em que o composto apresenta melhores condições como melhorador do solo e fertilizante.

A compostagem é considerada uma forma de tratamento dos RSU, além de reduzir a quantidade de resíduo a ser aterrada, gera emprego e renda através da transformação do material orgânico do resíduo em compostos orgânicos adequados para nutrição do solo. Embora a aplicação da compostagem e da reciclagem como métodos de tratamento venham se absolutamente viáveis num primeiro momento, é necessário realizar estudos de viabilidade econômica para que as unidades de tratamento possam ultrapassar a fase de implantação e suportar as variações de preço do mercado de recicláveis (IBAM, 2004).

1.1.6. Disposição Final dos Resíduos Sólidos

A disposição final dos resíduos no Brasil é muito preocupante, sendo necessária a recuperação imediata dos lixões, tendo em vista a implantação de tecnologia apropriada para captação do gás gerado, tratamento do chorume, além de realizar monitoramento ambiental, desde que sejam adequadamente projetados e licenciados (FELIPETTO, 2007).

Ainda de acordo com Felipetto (2007), existem outras soluções quanto ao destino dos resíduos urbanos, sendo eles: a compostagem, que transforma a matéria orgânica dos resíduos

sólidos em composto para ser utilizado na agricultura, a incineração, que constitui a queima controlada dos resíduos; e a triagem, que seleciona os resíduos para reciclagem. No entanto, estas opções são pouco utilizadas no Brasil, sendo adotados em menos de 5% dos municípios.

O tratamento e a disposição final dos RSU constituem as últimas etapas do GRSU. Sendo que de acordo com o a ABNT (1992), através da NBR 8419, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais. Este método, utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário.

1.1.6.1. Lixão

O lixão ou vazadouro é o mesmo que descarga a céu aberto, sendo considerada inadequada e ilegal segundo a legislação brasileira. A área do lixão pode gerar problemas específicos. Por exemplo, quando está localizada em encostas, ocorre instabilidade nos taludes, ocasionados pela sobrecarga e absorção temporária de água da chuva, provocando deslizamentos que afetam diretamente os habitantes do entorno, contribuindo para a contaminação dos corpos hídricos, abrigo de vetores, fonte de mal odores, além de proporcionar uma degradação visual da paisagem (LANZA, 2009).

No lixão são depositados dejetos hospitalares e industriais, sem qualquer critério técnico, e preocupação com a saúde pública e o meio ambiente. Além disso, possibilitam a proliferação de doenças, contaminação do solo e água, pela liberação do chorume (líquido carregado de material orgânico em decomposição) e do ar, pela emissão de gases nocivos (BELI, 2005).

Além de haver problemas ambientais quanto à produção de fumaça e odores, agressão visual, riscos de incêndio e desvalorização do entorno, os lixões costumam ser um local atrativo para catadores precariamente organizados, inclusive crianças, em uma condição de insalubridade, com a finalidade de comercializar objetos encontrados (LANZA, 2009).

O lixão é uma ameaça à população e ao meio ambiente, inclusive quando desativado deve haver um plano de recuperação, e de monitoramento constantemente da água, do solo e do escape de gases em toda a área e entorno, com o intuito de prevenir problemas futuros (BELI, 2005).

1.1.6.2. Aterro controlado

A NBR 8.849/1985 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) considera o aterro controlado como uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, constituindo uma maneira de minimizar os impactos ambientais. Segundo Carvalho e Lanza (2006) o aterro controlado trata-se de um método que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte após cada jornada de despejo de resíduo, sem impermeabilização do solo.

De acordo com Lanza (2009), aterro controlado é uma técnica utilizada para confinar os resíduos sólidos urbanos sem poluir o ambiente externo, porém, sem a implementação de elementos de proteção ambiental. Apesar de ser uma técnica preferível em relação ao lixão, a qualidade é inferior aos aterros sanitários, pois essa técnica de disposição, produz poluição localizada, por não haver impermeabilização de base (comprometendo a qualidade do solo e das águas subterrâneas), nem sistema de tratamento de lixiviados (chorume nas águas por infiltração) ou de extração e queima controlada dos gases gerados.

O aterro controlado é uma transição do lixão para aterro sanitário, pois os resíduos depositados no aterro controlado recebem diariamente uma cobertura de material inerte. Esta cobertura não resolve os problemas de poluição gerados pelos resíduos, pois não são levados em conta os mecanismos de formação de gases e líquidos (Lima, 1995).

O aterro controlado, em geral, ocasiona uma poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados. Este método é primaziável ao lixão, mas devido os problemas ambientais que causa e os custos de operação, a qualidade é inferior ao aterro sanitário (AMBIENTEBRASIL, 2013).

1.1.6.3. Aterro sanitário

De acordo com a NBR 8.419/1992 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, por intermédio de medidas de minimização dos impactos ambientais. Lanza (2009) informa que o método utiliza conhecimentos de engenharia para confinar os resíduos na menor área possível, além de reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo com camadas de terra após a conclusão de cada trabalho.

Ao contrário do aterro controlado, o aterro sanitário deve conter os seguintes elementos de proteção ambiental (CARVALHO e LANZA, 2006):

- a) Sistema de impermeabilização de base e laterais;
- b) Sistema de recobrimento diário dos resíduos;
- c) Sistema de cobertura final das plataformas de resíduos;
- d) Sistema de coleta e drenagem de lixiviados;
- e) Sistema de coleta e tratamentos dos gases;
- f) Sistema de drenagem superficial;
- g) Sistema de tratamento de líquidos percolados;
- h) Sistema de monitoramento.

Os procedimentos de operação em um aterro sanitário devem ser sistematizados para que a eficiência seja maximizada. Todos os procedimentos obrigatoriamente devem ser registrados em relatórios diários, relatórios mensais de consolidação de dados, formulários e planilhas apropriadas, além de plantas de reconstituição das obras efetivamente executadas, posteriormente numeradas, catalogadas e arquivadas (CARVALHO e LANZA, 2006).

A seleção de locais para instalação de aterros sanitários deve ser feita conforme os critérios técnicos estabelecidos pela NBR 13.896/1997 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), onde é recomendada a construção de aterros sanitários levando-se em consideração a distâncias de cursos d'água, rodovias, moradias, falhas geológicas, áreas de preservação permanente e aeroportos, observando-se também o tempo de vida útil de no mínimo 10 anos, e após esse período, deve haver monitoramento por um prazo mínimo de 10 anos depois do encerramento das atividades.

O aterro sanitário é um aprimoramento de uma das técnicas mais antigas utilizadas pelo homem para descarte de seus resíduos, que é o aterramento. Modernamente, é uma obra de engenharia que tem como objetivo acomodar no solo os resíduos no menor espaço prático possível, causando o menor dano ao meio ambiente ou à saúde pública. Atualmente, os aterros sanitários vêm sendo severamente criticados, porque não tem como objetivo o tratamento ou a reciclagem dos materiais presentes no lixo urbano. De fato, os aterros sanitários são uma forma de armazenamento de lixo no solo, alternativa que não pode ser considerada a mais indicada, uma vez que os espaços úteis a essa técnica tornam-se cada vez mais escassos. Porém, deve-se considerar que a maioria dos materiais utilizados pelo homem são combinações de várias substâncias trazidas dos diferentes pontos do planeta. Assim, recuperar todos os materiais utilizados é praticamente impossível, seja por motivos de ordem técnica ou econômica (SÃO PAULO, 2010).

1.1.7. Histórico da Concepção da Política Nacional dos Resíduos Sólidos

Um novo marco na gestão dos resíduos sólidos no Brasil é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/10 (BRASIL, 2010), que estabelece obrigatoriedades fundamentais para que o Brasil deixe de ser um país que tolere os lixões, o desperdício e a falta de dignidade aos cidadãos que trabalham com os materiais recicláveis. Esta política determina a proibição da abertura de novos lixões e a obrigação dos municípios em estruturar a coleta seletiva, com participação das cooperativas de catadores para viabilizar a separação e a correta destinação dos materiais recicláveis. Faz distinção entre rejeito (o que não é possível de reaproveitamento) e resíduo (lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado), referenciando todo tipo de resíduo (doméstico, industrial, da construção civil, eletroeletrônico, da área de saúde, etc.).

Segundo Baasch (1995), essa concepção é o ponto de partida para o conjunto que constituirá a gestão eficiente dos resíduos sólidos no Brasil.

1.1.7.1. Plano Nacional dos Resíduos Sólidos

A recente Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Capítulo II, art. 3º, Inciso XI, define de forma mais abrangente o termo gestão integrada de resíduos sólidos, como: “[...] o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010).

Conforme Felipetto (2007), “a gestão de resíduos urbanos é de competência municipal, qualquer solução ou modelo institucional depende da política do governo local”. No entanto, a carência de políticas públicas que norteiem a geração e o manejo sustentável de resíduos sólidos têm reflexos diretos na disposição final, que, em sua maioria, ainda é feita de forma inadequada (ROMANI e SEGALA, 2007).

1.1.7.2. Plano Municipal de Saneamento Básico: Plano Setorial de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos do Município de Ji-Paraná

o município de Ji-Paraná implementou a plano setorial de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, que é considerado um passo fundamental na busca da universalização das

ações e serviços de saneamento ambiental no município, o qual consolida os estudos técnicos, e servirá de referência para efetivar a Política Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, com fundamento na Lei Federal Nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, que estabelece a Política Nacional de Saneamento, e também com a Lei Federal nº 12.305/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (JI-PARANÁ, 2012).

O plano setorial de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos do município de Ji-Paraná, tem como objetivos específicos, apresentar os resultados do processo de formulação no gerenciamento dos resíduos sólidos do município, especialmente, os diagnósticos dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (conjunto de atividades, infra estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário de varrição e limpeza de logradouros e vias públicas), a fim de possibilitar a elaboração do Plano Setorial de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos do Município de Ji-Paraná (JI-PARANÁ, 2012).

1.1.7.3. Importância dos gerenciamentos dos resíduos sólidos

De acordo com Fonseca et al. (2004), uma das atividades do saneamento ambiental municipal é a gestão e o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU), tendo como objetivo principal, propiciar a melhoria ou a manutenção da saúde, isto é, o bem estar físico, social e mental da comunidade.

Já para Luna Filho (2001) o gerenciamento integrado dos serviços de coleta pública e disposição dos resíduos sólidos, devem ser desenvolvidos de acordo com as exigências de controle ambiental na área urbana e da gestão sustentável de recursos ambientais naturais, como mananciais hídricos de superfície e aquíferos subterrâneos, e buscar adequar às ações administrativas em saneamento e saúde coletiva, afetadas pela disposição do lixo gerado no município, em que uma proposta de gerenciamento integrado para coleta pública e disposição dos resíduos sólidos urbanos municipais deve estimular o envolvimento da comunidade destinatária dessas ações, na discussão de propostas de planejamento e gestão das soluções a serem implementadas. A disseminação e consolidação da conscientização comunitária a respeito dos princípios básicos orientadores da gestão e disposição de resíduos sólidos urbanos devem ser buscadas como meta da administração municipal.

Neste sentido o plano nacional dos resíduos sólidos (Lei 12.305/10) é um documento que aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes à

geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como proteção ao meio ambiente e à saúde pública.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha da metodologia a ser empregada é um ponto crucial, pois o método adequado garantirá a confiabilidade desejada (MORAIS, 2006). Sendo assim, o presente estudo foi classificado como uma pesquisa de campo que, de acordo com Fachin (2001, p.133) “se detém na observação do contexto no qual é detectado um fato social (problema)”.

Classificar ou categorizar as tipologias e os métodos de pesquisa encontrados na literatura é uma tarefa complexa, haja vista que tais categorias diferem entre cada autor. Além disso, a eleição de um tipo de pesquisa está diretamente relacionada com a natureza do problema que se pretende investigar, fato que possibilita diversas classificações (MORAIS, 2006, p. 66).

2.1. CARECTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Ji-Paraná está localizado na parte central do Estado de Rondônia, nas margens da BR 364, e pertence ao bioma Amazônico. Com clima predominantemente quente e úmido, o solo predominante é do tipo latossolo e sua extensão territorial é de 6.896,738 km², no qual reside uma população estimada de 116.610 habitantes, dos quais 104.858 habitantes vivem em área urbana (IBGE, 2010).

Em 2008 foi instalado no município o aterro controlado de Ji-Paraná. O aterro está situado na estrada do Km 11, vicinal não pavimentada, distante a 1.600 m da BR-364, saída para Porto Velho/RO, Lote 37 e 37-A, Gleba Pyrineus, zona rural, com uma área total de 45 ha e uma área útil de 25 ha, (JI-PARANÁ, 2012). Conforme exposto na Figura 2.



Figura 2 - Mapa de Localização do Aterro Controlado do Município de Ji-Paraná/RO.
Fonte: COOLPEZA, 2013.

A COOLPEZA SERVICOS DE LIMPEZA URBANA LTDA atualmente é a empresa responsável pela coleta, destinação e disposição final dos resíduos sólidos do município de Ji-Paraná, a qual teve o contrato firmado no ano de 2013 com a prefeitura, antes, a empresa responsável pela coleta, destinação e disposição final era o Grupo MARQUIZE.

2.2. AMOSTRAGEM COLETADA

Os dados necessários para estimar a vida do aterro controlado da cidade de Ji-Paraná, foram obtidos junto à empresa responsável pela coleta e disposição final dos resíduos produzidos dentro do município (COOLPEZA). Para tanto, foi realizada consulta em documentos no que diz respeito ao plano setorial de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos do município de Ji-Paraná.

Para levantamento das informações, foi feita entrevista com o responsável técnico da COOLPEZA, para suprir as devidas questões a cerca do que se propõem o estudo.

2.2.1. COOLPEZA

Através da empresa responsável pela coleta dos resíduos, foram buscadas informações a cerca de quantas caçambas de resíduos são coletadas diariamente no município, como também

o volume das caçambas dos veículos utilizados na coleta, a periodicidades das coletas realizadas na cidade e a quantidade de resíduos coletados pela empresa.

De acordo com a COOLPEZA (2013), são depositados 2.135 toneladas por mês de RSU e 6,2 toneladas por mês de RSS, assim totalizando uma geração mensal de 2.141,2 toneladas de resíduos no município de Ji-Paraná.

2.2.2. CATADORES

Foram utilizados questionários abertos e verbais para obtenção das informações a respeito da quantidade de resíduos coletados diariamente pelos catadores, visando com isso, conhecer as características dos materiais coletados e a forma que os mesmos são armazenados.

De acordo com o presidente de cooperativa de catadores de material reciclável de Ji-Paraná (COOCAMARJI), senhor Celso Luiz Moulz cerac de 4 toneladas de resíduos são coletados diariamente pelo associados.

2.3. CÁLCULO DA VIDA ÚTIL DA ATUAL ÁREA ATERRO CONTROLADO

Para estimar a quantidade de resíduos produzidos na área de estudo, empregou-se o método seguido por Tchobanoglous e Theisen (1993) sobre o número de cargas (coletas por veículo), e peso e o volume.

Para Tchobanoglous e Theisen (1993), a estimativa da geração de resíduos sólidos, assim como a quantidade de resíduos reciclados e não destinados a aterros sanitários é de suma importância na implantação de políticas públicas, escolha de equipamentos, definição de rotas de coleta, tratamento e disposição final.

Em vista disso, o método de cargas foi utilizado para estimar a quantidade de resíduos produzido no município de Ji-Paraná, e conseqüentemente, a vida útil do aterro controlado. Contudo, é necessário conhecer o tamanho da área disponível para a disposição do material coletado pelo sistema de coleta pública, tamanho das caçambas de coleta, e ter conhecimento de quantas caçambas são depositadas diariamente na área do aterro. Tais informações foram fornecidas pela empresa que realiza o serviço de coleta (COOLPEZA).

Através da COOLPEZA foi possível também conhecer os tamanhos das valas abertas (comprimento, largura e profundidade) e as distâncias adotadas entre as construções das valas, utilizadas para armazenamento dos resíduos.

As dimensões das valas construídas para a destinação final dos RSU e RSS do município tem as seguintes dimensões: 12 m (largura) x 50 m (comprimento) x 3,5 m (profundidade), e 7 m (largura) x 11 m (comprimento) x 3 m (profundidade), respectivamente. Sabendo ainda que é adotado entre uma vala encerrada e a construção de uma nova o espaço 5 metros, que serve para a locomoção de veículos que operam no local e às descargas dos caminhões transportadores de resíduos. De acordo com estas disposições as valas ficaram com as seguintes dimensões: 17 m (largura) x 55 m (comprimento) x 3,5 m (profundidade) e 12 m (largura) x 16 m (comprimento) x 3 m (profundidade). Com estas informações, foi possível calcular o volume que cada célula comporta e a área ocupada por cada vala com o utilização da Equação I e Equação II abaixo:

$$V_v = L \cdot B \cdot H \quad (\text{Equação I})$$

onde:

V_v = volume das valas.

L = comprimento.

B = largura.

H = profundidade.

$$AUV = (L \cdot B) + Dx \quad (\text{Equação II})$$

Sendo:

AUV = área utilizada por cada vala.

L = comprimento.

B = largura.

Dx = distância deixada entre as valas.

Com o tamanho da área total disponível e a área ocupada por cada vala, foi calculado o número de valas que podem ser construídas em toda a área, utilizando a Equação III, seguinte abaixo:

$$N_v = A_t / AUV \quad (\text{Equação III})$$

Onde:

Nv = quantidade de valas.

At = área total disponível.

AUV = área utilizada por cada vala.

As informações obtidas com a COOLPEZA a respeito da capacidade de cada caminhão compactador de resíduos em quilogramas (Kg) foram convertidas em volume (m³).

Para se estimar a vida útil do aterro é necessário conhecer o volume de resíduos coletados, para isso, foi utilizado a Tabela 4 como base na transformação do peso (quilos) para obtenção do volume (m³), proposta por Fonseca e Gonzaga (2006) no TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, XI SIMPÓSIO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS.

Tabela 4 - A tonagem de resíduos sólidos correlacionados com a capacidade volumétrica das caçambas coletoras compactadoras existentes.

Capacidade volumétrica das caçambas compactadoras coletoras de RSU								
m³	6	8	10	12	15	17	20	25
Toneladas	3,24	4,32	5,4	6,48	8,1	9,72	10,89	13,5

Fonte: FONSECA, Alberto Magalhães; GONZAGA, Valéria Cristina, p.6 2006.

A transformação dos dados de toneladas para volume ocorreu com base na Tabela 4 e aplicação da Equação VI, da seguinte forma:

$$VC = (CC \cdot 17) / 9,72 \quad (\text{Equação IV})$$

Sendo que:

VC = volume da caçamba.

CC = capacidade da caçamba.

Com o conhecimento do volume de cada caçamba é possível estimar a quantidade de caçambas para o preenchimento de cada vala, com a utilização da Equação V, exposta abaixo:

$$NCV = [NCV + (FC \cdot Vv)] / VC \quad (\text{Equação V})$$

Onde :

NCV = número de caçambas por vala.

FC = fator de compressibilidade.

Vv = volume das valas.

VC = volume da caçamba.

Neste estudo foi considerado o fator de compressibilidade, o grau de compactação ou a redução do volume que uma massa de resíduo sólido pode sofrer quando compactada pelo trator esteira, onde o volume do resíduo sólido pode ser reduzido de um terço (1/3) a um quarto (1/4) do seu volume original (JI-PARANÁ, 2012).

O valor de compressibilidade adotado é de 1/3.

De acordo com a COOLPEZA (2013), os caminhões caçambas compactadores utilizados para coletar os resíduos sólidos do município de Ji-Paraná, possuem a capacidade de transportar 10 toneladas de resíduos. Para Wolmer (2002), os caminhões caçambas tipo compactadores, geralmente operam com capacidade de coleta dos vários modelos de caçamba existente, somente 80% do valor nominal expresso nos catálogos do fabricante. Dessa forma, o volume considerado da caçamba compactadora de RSU foi de 8 toneladas, mesmo ela possuindo a capacidade de transportar 10 toneladas.

Conhecendo o número de caçambas necessárias para o preenchimento de cada vala e sabendo a quantidade de caçambas depositadas diariamente no aterro, é possível calcular o número de dias que levam para completar uma vala, mas não se esquecendo de descontar a quantidade de material coletado pelos catadores durante todo o dia e o fator de compressibilidade de máquinas na compactação dos resíduos dentro das valas, de acordo com a Equação VI, a seguir:

$$\text{NDV} = (\text{NCV} / \text{NCD}) - \text{RC} \quad (\text{Equação VI})$$

Sendo:

NDV = quantidade de dias gasto para preenchimento de uma vala.

NCV = número de caçambas por vala.

NCD = número de caçambas depositadas por dia na vala.

RC = quantidade de resíduos coletados em encaminhados para reciclagem.

Após conhecer o número de dias que leva para o preenchimento de uma vala, tem como calcular o tempo em dias de vida útil do aterro controlado, utilizando a quantidade de

valas que a área comporta em razão do número de dias necessário para completar cada vala, de acordo com Equação VII, que está exposta abaixo:

$$\mathbf{TVD = NDV \cdot Nv} \quad \text{(Equação VII)}$$

Sendo:

TVD = tempo da vida útil do aterro em dias.

NDV = quantidade de dias gasto para preenchimento de uma vala.

Nv = quantidade total de valas que é possível abrir na área disponível.

Para ficar sabendo a quantidade de resíduos depositados durante um ano, terá que dividir o número de dias necessário para o preenchimento de todas as valas, pela quantidade de dias que tem em um ano. De acordo com a Equação VIII, exposta abaixo:

$$\mathbf{TVA = TVD / 365} \quad \text{(Equação VIII)}$$

Onde:

TVA = tempo da vida útil do aterro em anos.

TVD = tempo da vida útil do aterro em dias.

De acordo com a COOLPEZA (2013), os resíduos sólidos são coletados em 6 dias da semana (segunda-feira a sábado), sendo coletados em um mês de 26 dias, porém foi considerado o mês com 30 dias para o cálculo da quantidade resíduos coletados diariamente, assim, no cálculo da estimativa anual da quantidade de resíduos coletados foram considerados o ano contendo 12 meses ou 365 dias.

Foi calculada à estimativa da geração per capita (Kg/hab/dia). Inicialmente tomamos por base o consumo médio per capita diário de geração de resíduos sólidos apresentado na Tabela 5 a seguir, para municípios de 30 mil a 500 mil habitantes, porque a população urbana do município de Ji-Paraná esta dentro dessa faixa. Os dados apresentados na tabela 5 foram tirados de um material do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais, apresentado por Fonseca e Gonzaga (2006) no XI Simpósio Nacional e Auditoria de Obras Públicas, intitulado Metodologia para auditoria de serviços de limpeza urbana, com enfoque nos custos de coleta de resíduos sólidos urbano.

Tabela 5 - Geração per capita de resíduos sólidos relacionado ao tamanho da cidade.

Tamanho da Cidade	População Urbana (habitantes)	Geração Per Capita (Kg/hab/dia)
Pequena	Até 30 mil	até 0,5
Média	De 30 mil a 500 mil	De 0,5 a 0,8
Grande	De 500 mil a 5 milhões	De 0,8 a 1,0
Megalópole	Acima de 5 milhões	Acima de 1,0

Fonte: FONSECA, Alberto Magalhães; GONZAGA, Valéria Cristina, 2006. p.10.

Quanto à população urbana adotada para esse cálculo, foi considerada os dados do IBGE 2010, onde a população urbana do município de Ji-Paraná é de 104.858 habitantes, assim, no calculo da geração per capita foi utilizada a Equação IX, que está exposta abaixo:

$$\text{GPC} = \text{GRD} / \text{POP. URBANO} \quad (\text{Equação IX})$$

Onde:

GPC = Geração Per Capita (Kg/hab/dia).

GRD = Quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente na área urbana de Ji-Paraná.

POP. URBANO = População urbana.

A partir dos resultados, comparar a Geração Per Capita (Kg/hab/dia) gerada na cidade, com a Tabela 5, e outros estudos.

Por fim, foi calculado a quantidade de resíduos que comporta a área do aterro tem relação direta com o número de valas que podem ser abertas no local, de acordo com a Equação X, a seguir:

$$\text{CSP} = \text{Nv} \cdot \text{Vv} \quad (\text{Equação X})$$

Onde:

CSP = capacidade que a área suporta de resíduos sólidos.

Nv = quantidade de valas.

Vv = volume das valas.

3. RESULTADOS

3.1.ÁREA DO ATERRO CONTROLADO

O aterro controlado do município de Ji-Paraná possui uma área total de 45 ha e uma área útil de 25 ha, pois o restante da área do aterro controlado é Área de Preservação Permanente (APP). A sua área útil equivale a 250.000 m², contudo, estas, já foram utilizadas para depósitos de RSU domiciliares e industriais e RSS cerca de 137.591 m². Dentro da área do aterro está instalado o sistema de tratamento de esgoto sanitário de autofossas do município, o qual ocupa uma área aproximadamente de 17.000 m².

Na área do aterro controlado, ocorre diariamente a disposição final dos resíduos sólidos em valas. Ao serem completas, as valas são cobertas com uma camada de terra.

3.2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Após a coleta e transporte, os resíduos sólidos são dispostos na área do aterro Controlado. Basicamente, esse método utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada vala.

3.3. COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A coleta e o transporte dos resíduos sólidos, para a operacionalização destes serviços, são feitos por 05 (cinco) caminhões coletores multimarcas (fabricados a partir do ano de 2011) equipados com um sistema hidráulico de compactação, e 01 (um) trator esteira para a operação e manutenção contínua do aterro controlado. A Figura 3, apresenta os veículos utilizados para realização da coleta dos resíduos sólidos do município.



Figura 3 - Caminhões utilizados para coletas dos RSU, domiciliares e industrial.
Fonte: COOLPEZA, 2013.

A coleta dos RSUs ocorrem em dois turno, sendo o primeiro (diurno) das 06:00 as 15:00 horas, e o segundo (noturno) das 18:00 as 00:00 horas, de segunda-feira a sábado. Para o trabalho de coleta são necessárias 03 (três) pessoas por veículo, sendo um motorista e dois ajudantes. A COOLPEZA emprega 55 funcionários em função da coleta dos resíduos no município. A figura 4, mostra a equipe do primeiro turno (diurno), antes de um dia de serviço.



Figura 4 - Equipe de trabalhadores na coleta diurna RSUs no município de Ji-Paraná/RO.
Fonte: COOLPEZA, 2013.

De acordo com Wolmer (2002), deve-se adotar como capacidade de coleta dos vários modelos de caçamba existente, somente 80% do valor nominal expresso nos catálogos do fabricante. Dessa forma, o volume considerado da caçamba compactadora de RSU foi de 8 toneladas, mesmo ela possuindo a capacidade de transporta 10 toneladas. Sendo, que cada veículo efetua 4 (quatro) descargas por dia, sendo duas descargas por turno de serviço, totalizando 20 (vinte) descargas por dia pelo serviço de coleta do município.

A transformação de quilos para o volume (m^3) depositado por cada caminhão compactador foi calculado com base na tabela 4.

Dessa forma, um caminhão compactador que coleta 8 toneladas de resíduos, possui o volume aproximadamente de $14 m^3$.

Para estimar a vida útil do aterro controlado, foi utilizado a quantidade de resíduos produzidos, no qual foi adotado as informações fornecidas pela COOLPEZA e pelo presidente da COOCAMARJI.

Os RSUs coletados no município de Ji-Paraná compreendem o da cidade, o distrito de Nova Londrina e Nova Colina. Nos distritos, as coletas são realizadas uma vez por semana, pois são de difícil acesso e, após coletados, os resíduos são encaminhados para o aterro controlado.

3.3.1. Coleta Seletiva

No município de Ji-Paraná não há coleta seletiva implantada. Existe a coleta dos materiais recicláveis por parte dos catadores que fazem parte da Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis de Ji-Paraná (COOCAMARJI), que desempenham suas tarefas na área do aterro controlado. Segundo relato do presidente da cooperativa Celso Luiz Moulz, faz parte da rotina dos catadores coletarem materiais que tem potencial para serem reciclados, conforme a Figura 5, logo abaixo.



Figura 5 - O Presidente da COOCAMARJI sendo entrevistado, nas dependências do aterro controlado.

A COOCAMARJI foi criada em 30/10/2010, é composta de 23 (vinte e três) associados, sendo o presidente da mesma o senhor Celso Luiz Moulz.

No aterro controlado de Ji-Paraná, há presença de catadores, no qual os mesmo realizam a coleta e triagem dos materiais recicláveis, sendo essa atividade a base do seu sustento familiar. A Figura 6, demonstra a forma que é realizada a coleta dos materiais recicláveis são coletados pelos catadores.



Figura 6 - Associados da COOCAMARJI coletados os materiais recicláveis no aterro controlado de Ji-Paraná/RO.

Fonte: COOLPEZA, 2013.

Após a coleta dos resíduos recicláveis, os mesmos são encaminhados para a triagem e acondicionamento. A Figura 7, demonstra o centro de triagem da COOCAMARJI e a forma como os materiais são acondicionados.



Figura 7 - Centro de triagem da COOCAMARJI.

Os catadores trabalham de segunda a sábado, das 06:00 as 18:00 horas, e obtém uma renda média com o desempenho das suas atividades, em torno de R\$ 1.200 a 1.500 por mês.

Os catadores efetuam a coleta dos materiais recicláveis quando os caminhões compactadores descarregam os resíduos nas valas, para posteriormente serem cobertos.

3.3.2. Ecoponto e PEV

No município de Ji-Paraná há instalado um ecoponto, cujo objetivo é receber e armazenar os resíduos pneumáticos gerados na cidade. Os resíduos são armazenados em um galpão, o qual é coberto e propício para o desenvolvimento dessa atividade. Conforme a Figura 8, que segue abaixo.



Figura 8 - Ecoponto dos resíduos pneumáticos do município de Ji-Paraná.

A cidade de Ji-Paraná tem um PEV em operação, o qual está localizado no pátio do Forum, na avenida Ji-Paraná, bairro Urupá. O PEV somente recebe materiais plásticos (garrafa PET, bacias plásticas, embalagem de shapoo e sacolas plásticas). Conforme a Figura 9, exposta abaixo.



Figura 9 - PEV de materiais plásticos.

3.3.3. Reciclagem

Os materiais coletados pelos catadores são: Pet (Polietileno Tereftalato), PEAD (Polietileno de Alta Densidade), plástico filme, PP (Polipropileno - material que é utilizado para a confecção de baldes), ferro, alumínio, cobre e papelão.

A quantidade de material coletados pelos catadores é em torno de 4 toneladas por dia, afirma o presidente da cooperativa, conforme exposto na tabela 6, exposta abaixo.

Tabela 6 - Quantidade de material reciclado coletado na área do aterro, no verão.

Materiais Coletado Para Reciclagem	Quantidade T/Mês
Pet	24
PEAD	11
Plástico Filme	10
PP	6
Ferro	20
Alumínio	1,5
Cobre	0,5
Papelão	20
Total	93

Fonte: Presidente da COCAMARJI (Celson Luiz Moulz).

O material coletado é reciclado em Ji-Paraná, com exceção do pet, pois este é encaminhado para uma empresa em São Paulo, onde é processado.

Os resíduos depositados no ecoponto são posteriormente encaminhados para reciclagem e/ou reaproveitados. O ecoponto está localizado no segundo distrito, rua T-20, número 877, e a prefeitura municipal é a responsável pelo seu gerenciamento.

3.4. RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

Os RSS são coletados por 01 (um) veículo exclusivo tipo furgão/furgoneta, na cor branca, devidamente identificada pelo símbolo de “substância infectante”, no qual o baú de carga é adaptado de material rígido, lavável e impermeável, com cantos arredondados e dotados de tampa, conforme demonstrado na figura 9, exposta abaixo. A coleta dos resíduos de serviços de saúde é exclusiva e ocorre diariamente, com capacidade de recolhimento de até 450 kg (quilos) por dia, sendo que os RSS coletados no município é de 6.185 Kg\mês, que corresponde a um volume de 10,81 m³/mês (COOLPEZA, 2013).



Figura 10 - Veículo utilizado para a coleta de RSS.
Fonte: COOLPEZA, 2013.

Por exigência legal, a COOLPEZA fornece ao funcionário responsável pela coleta e transporte, todo o aparato técnico de treinamento, equipamentos de proteção individual (EPI) específicos e à submissão de exames médicos pré-adimensionais e periódicos.

A vala construída para comportar os RSS tem as dimensões próximas à 7 m (largura) x 11 m (comprimento) x 3 m (profundidade), sendo que a mesma tem forma de rampa e uma das suas extremidades fica no nível do terreno antes de ser escavado.

O volume efetivo da trincheira do RSS é o volume total de 231m³, dividido por 2 será 115,5 m³. O volume é somente a metade, devido a vala que é utilizada para disposição dos RSS, tem uma rampa, aparentemente a formação da figura de um triângulo. Conforme a figura 8, que segue abaixo.



Figura 11 - Construção da trincheira utilizada para destinação final dos RSS no aterro controlado de Ji-Paraná/RO.

Fonte: COOLPEZA, 2013.

A terra retirada na construção foi acumulada lateralmente próxima à trincheira especial, sendo a mesma utilizada na cobertura diária dos resíduos. Os veículos de coleta depositam os resíduos sem compactação, diretamente no interior da vala, para evitar o rompimento dos sacos e, no final do dia, é efetuada sua cobertura com terra e cal, podendo ser feita manualmente ou por meio de máquina. A figura 10, logo abaixo, demonstra como ocorre a operação de cobertura da vala.



Figura 12 - A trincheira que recebe os RSS, ativa no aterro municipal.
Fonte: COOLPEZA, 2013.

3.5. SISTEMA DE TRATAMENTO DE AUTO FOSSAS

Na área destinada ao aterro controlado, encontram-se em operação as lagoas de tratamento de efluente proveniente de auto fossas, o sistema ocupa uma área aproximadamente de 17.000 m², onde são depositados todo o esgotamento sanitário, coletado pelos caminhões de autofossas do município.

O sistema de tratamento de esgotamento sanitário do município é composto por um sistema preliminar o qual contém o desarenador, tratamento secundário que possui 07 lagoas, sendo a primeira anaeróbia, a segunda facultativa e as demais de maturação (polimento), conforme exposto na figura 11, logo abaixo.



Figura 13 - As lagoas do sistema de tratamento de esgoto de auto fossas.

3.6. ATERRO CONTROLADO DO MUNICÍPIO

A área total do aterro controlado do município de Ji-Paraná/RO é de 450.000 m², porém, somente 250.000 m² pode se utilizada para a disposição final de resíduos. Cerca de 137.591 m² da área do aterro já foram utilizados para a disposição final dos RSU e RSS, sendo que 17.000 m² da área total representa o sistema de tratamento de esgoto proveniente das autofossas. Dessa forma, a área atual do aterro controlado disponível para a disposição final dos RSUs e RSS é de 95.409 m², conforme a Tabela 7 exposta abaixo.

Tabela 7 - Distribuição das áreas do aterro municipal.

ÁREAS DENTRO DO ATERRO	m²
Já utilizada para disposição Final de Resíduos	137.591
Sistema tratamento de autofossas	17.000
Área Total Disponível do Aterro Controlado	95.409
Área que não pode se utilizada	200.000
TOTAL	450.000

Levando em consideração apenas área útil do aterro (250.000 m²), a distribuição das áreas seguem as proporções apresentadas abaixo, na Figura 13:

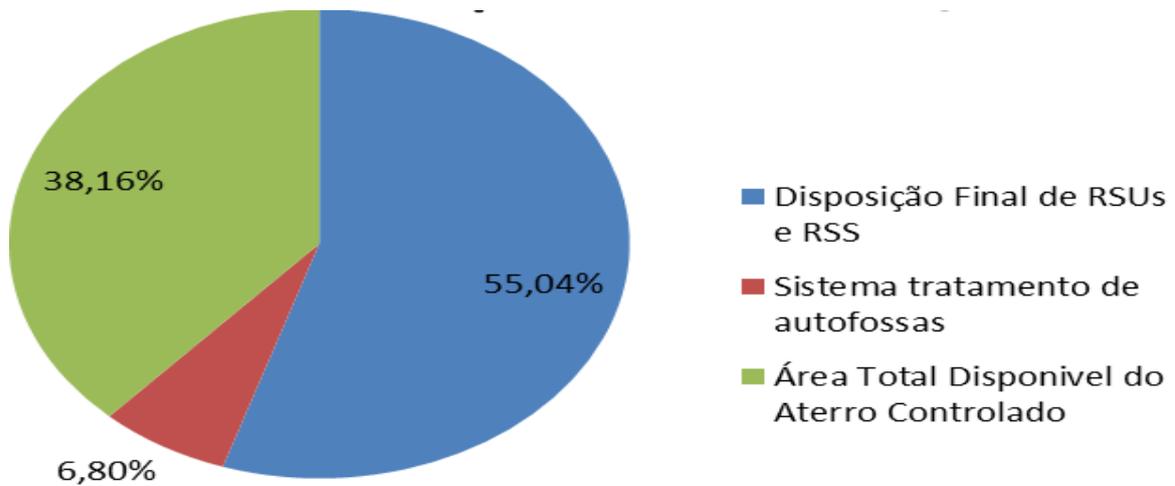


Figura 14 - Gráfico representando a área já utilizada dentro do aterro controlado.

3.6.1. Forma de Aterramento: Método da Trincheira ou Vala

No aterro controlado de Ji-Paraná o método de aterramento adotado é o de trincheira ou vala, onde as mesmas são abertas para receber os resíduos coletados na cidade, posteriormente, são compactados e cobertos por uma camada de solo. Para a cobertura dos resíduos, é utilizado o próprio material resultante da escavação da trincheira ou vala.

3.6.1.1. Descarga dos resíduos

A operação diária de disposição dos resíduos na vala aberta é iniciada pelo mesmo lado que a vala começou a ser escavada, com o caminhão coletor se posicionando de ré, perpendicularmente ao comprimento da vala, e com o auxílio de um ajudante, que sinaliza o ponto de descarga.

Na área destinada para a descarga é possível efetuar duas linhas de descarga, uma ao lado da outra, e o coletor (caminhão de transporte de resíduos) se aproxima ao máximo da vala, de maneira a garantir o lançamento diretamente, evitando o espalhamento em outros locais. Porém, por questão de segurança, deve-se sempre se resguardar com relação aos riscos de desmoronamento das valas.

3.6.1.2. Espalhamento, cobertura diária e compactação

A cada duas ou três viagens de descarregamento feitas pelos caminhões coletores, os resíduos são empurrados, de baixo para cima, e espalhados no talude da frente de disposição, com o trator de esteira. Esse espalhamento inicial visa constituir uma camada de espessura aproximadamente uniforme, dentro dos padrões ideais de eficiência de compactação dos equipamentos, e promover uma homogeneização dos resíduos.

A operação de compactação é realizada com movimentos repetidos do equipamento de baixo para cima, procedendo-se, no mínimo, a 06 (seis) passadas sucessivas em camadas sobrepostas, até que todo o material disposto em cada camada esteja adequadamente adensado, ou seja, até que se verifique por controle visual que o incremento do número de passadas não ocasiona redução do volume aparente da mesma, aumentando, assim, a vida útil da vala.

3.6.1.3. Cobertura final da camada de resíduos e plantio de gramíneas

Uma vez esgotada a capacidade de deposição de resíduos na vala ou trincheira, é iniciada a cobertura final que é executada com uma camada de solo argiloso compactado com cerca de 60 cm de espessura sobre as superfícies da vala que ficarão expostas permanentemente, e com uma declividade para não favorecer a presença de poças d'águas.

Posteriormente à execução da cobertura final da vala, a COOLPEZA realiza o plantio de gramíneas nos taludes definitivos e platôs das valas, de forma a protegê-las e evitar os processos de erosão e infiltração das águas de chuva. De acordo com Figura 12, logo abaixo.



Figura 15 - Área do aterro já utilizada e com a cobertura final concluída.

3.7. QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS EM JI-PARANÁ EM UM ANO.

De acordo com a COOLPEZA (2013), são depositados 2.135 toneladas mês de RSU e 6,19 toneladas mês de RSS, assim totalizando uma geração mensal de 2.141,19 toneladas de resíduos no município de Ji-Paraná, correspondendo a um volume de 3.744,87 m³/mês. Em 1 (um) ano a cidade de Ji-Paraná produz aproximadamente de 25.694,28 toneladas.

Já a quantidade de resíduos gerados pelo município através da estimativa adotada, levando em consideração o número de viagens pelos caminhões compactadoras são depositados 4.160 toneladas por mês de RSU e 6,185 toneladas por mês de RSS, o que totaliza uma geração mensal de 4166,19 toneladas de resíduos em Ji-Paraná, que corresponde a um volume de 7.290,82 m³/mês. Em 1 (um) ano a cidade de Ji-Paraná são coletados cerca de 49.994,22 toneladas.

3.8. CAPACIDADE DE SUPORTE DO ATERRO CONTROLADO

A área total disponível é de aproximadamente 95.000 m², sendo que as valas construídas para a destinação final dos RSU e RSS do município tem as seguintes dimensões: 12 m (largura) x 50 m (comprimento) x 3,5 m (profundidade), e 7 m (largura) x 11 m

(comprimento) x 3 m (profundidade), respectivamente. Sabendo ainda que é adotado entre uma vala encerrada e a construção de uma nova o espaço 5 metros, que serve para a locomoção de veículos que operam no local e às descargas dos caminhões transportadores de resíduos. De acordo com estas disposições as valas ficaram com as seguintes dimensões: 17 m (largura) x 55 m (comprimento) x 3,5 m (profundidade) e 12 m (largura) x 16 m (comprimento) x 3 m (profundidade). Dessa forma, uma vala construída para destinação final de RSU ocupa a área de 935 m², enquanto uma construída para a destinação do RSS ocupa 192 m².

3.8.1. Vala de RSS

A trincheira construída para destinação final dos RSS tem capacidade de 115,5 m³. Sabendo que a produção mensal de RSS é 10,81m³, o tempo necessário para o preenchimento da trincheira é de 320,5 dias.

3.8.2. Vala de RSU

As valas destinadas à destinação final dos RSU têm as dimensões de 12 m (largura) x 50 m (comprimento) x 3,5 m (profundidade), sabendo disso é que são adotados entre as mesmas um espaço 5 metros, que serve para a locomoção de veículos que operam no local, estas ficam com as seguintes dimensões: 17 m (largura) x 55 m (comprimento) x 3,5 m (profundidade). Desta forma, a construção de cada vala ocupa a área de 935 m².

As valas onde são depositados os RSUs tem capacidade para 2100 m³ de resíduos. Levando em consideração o grau de compactação de 1/3 do volume total da vala, é então, necessário um volume de 2800 m³ de resíduos transportado pelos caminhões para o preenchimento total da vala. O volume de RSU depositado diariamente no aterro controlado do município é de 245 m³. A vala na qual são dispostos os RSU levam cerca de 24 dias para serem totalmente preenchidas.

3.8.3. Quantidade de Materiais Recicláveis Coletados pelos Catadores

Os catadores da COOCAMARJI coletam diariamente aproximadamente 04 toneladas de materiais recicláveis, que são dispostos no aterro controlado pelos caminhões da COOLPEZA. Os catadores trabalham 06 dias da semana, logo, a quantidade de material

coletado é de 24 toneladas por semana. Desta forma, o material coletado em um mês é de aproximadamente 104 toneladas, totalizando em um ano 1248 toneladas.

3.9. TEMPO DE VIDA ÚTIL DO ATERRO

De acordo com a COOLPEZA (2013) a quantidade de resíduos coletados pela empresa e que são depositados no aterro controlado é 2.135 e 6,19 toneladas por mês de RSU e RSS respectivamente, assim totalizando uma geração mensal de 2.141,19 toneladas de resíduos no município de Ji-Paraná, correspondendo a um volume de 3.744,87 m³ por mês. Em 1 (um) ano a cidade de Ji-Paraná produz aproximadamente de 25.694,28 toneladas, sendo coletam e encaminham para serem reciclados 1.248 t/ano, pelos os catadores da COOCAMARJI, assim, restando um total de 24.372 t/ano de resíduos para serem cobertos, correspondendo a 42.625,93 m³. Dessa forma, na estimativa da vida útil do aterro controlado, levando em consideração a quantidade de resíduos informado pela empresa, seriam necessário 15,22 valas em 1 ano para acondicionar os resíduos coletados no município é necessário uma área de 14.234,02 m².

Já levando em consideração o número de descargas realizadas por dia pelas caçambas compactadoras, a quantidade de resíduos coletados e depositadas nas valas do aterro é de 49.994,22 t/ano, deste total, os catadores da COOCAMARJI coletam e encaminham para serem reciclados 1.248 toneladas por ano, assim, restando um total de 48.746,22 toneladas por ano de resíduos para serem cobertos, que corresponde a 85.305,89 m³. A vala a qual são destinados os RSU, com o volume de 2800 m³. Com isso, ao longo de um ano, os resíduos que permanecem na área do aterro preencherão 30,46 trincheiras, as construções dessas valas ocupam uma área de 28.485,07 m².

A quantidade de RSS depositado no aterro é de 74,22 toneladas por ano, que corresponde a 129,8 m³. Os catadores não coletam os materiais gerados nos serviços de saúde. Logo, todo o material coletado pela COOLPEZA é disposto na vala destinada ao RSS. A vala construída tem capacidade para suporta 115,5 m³ de RSS, que ocupa uma área de 192 m². Dessa forma, será necessária a construção de 1,12 valas sépticas por ano para acondicionar os RSSs coletados no município de Ji-Paraná, ocupando uma área de 215,77 m².

Contudo, a área a ser utilizada em um ano de operação do aterro controlado no município de Ji-Paraná é de 14.449,79 m², quando é levado em consideração a quantidade de resíduos informados pela COOLPEZA. No entanto o total de RSU e RSS depositados na área do aterro controlado, estimando a quantidade de resíduos produzidos no município pelo número de viagem das caçambas coletoras, são depositados 48.820,22 toneladas de resíduos por ano.

Dessa forma, a área a ser utilizada em um ano de operação do aterro controlado no município de Ji-Paraná é de 28.701,84 m².

A geração per capita de resíduos no município de Ji-Paraná é de 0,679 (Kg/hab/dia), quando considera a quantidade de resíduos coletados informado pela COOLPEZA que é 71,16 toneladas por dia, levando em consideração a população urbana, com os resíduos coletados. Quanto à geração per capita de resíduos no município realizada com os dados gerados pela estimativa de resíduos coletados, considerando o número de descargas das caçambas compactadoras a mesma é de 1,32 (Kg.hab/dia), e a quantidade coletada por dia é de 138, 67 toneladas.

A área total disponível é de 95.409 m², assim, o que ira indicar o tempo de vida do aterro é a quantidade de resíduos depositados. De acordo com os dos dados informados pela COOLPEZA a disposição final dos resíduos sólidos coletados no município ocupará uma área de 14.449,79 m², diante de tal dado foi estimado o tempo de vida de 6,6 anos. Já, com os resultados da quantidade de resíduos sólidos estimado pelo método das descargas das caçambas, a disposição final dos resíduos sólidos ocupa uma área de 25.055,34 m² por ano. Dessa forma, é possível contatar que a vida útil do aterro controlado de Ji-Paraná, nestas condições, é de 3,32 anos.

Nestas condições, a área disponível do aterro controlado do município comporta 162.039,37 toneladas de resíduos no restante da sua vida útil.

4. DISCUSSÕES

O local o qual há disposição final dos resíduos sólidos no município de Ji-Paraná trata-se de um aterro controlado, pois o mesmo obedece ao que está disposto na NBR 8.849/1985, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que considera o aterro controlado como uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, constituindo um modo de minimizar os impactos ambientais. No entanto, esta forma paliativa de disposição, confina adequadamente os resíduos sólidos urbanos sem poluir o ambiente externo, porém, sem promover a coleta e o tratamento dos efluentes líquidos e gasosos produzidos.

O aterro controlado é uma prática de disposição final de resíduos sólidos, que tem eficiência preferível ao lixão, que propicia à produção de fumaça e odores, agressão visual, riscos de incêndio e desvalorização do entorno. De acordo com Lanza (2009), os lixões costumam ser um local atrativo para catadores precariamente organizados, inclusive crianças, em uma condição de insalubridade, com a finalidade de comercializar objetos encontrados.

A NBR 8.849/1985, reconhecer como aterro controlado a técnica de disposição de resíduos sólidos no solo. Porém, dentro da área destinada ao aterro controlado do município de Ji-Paraná está implantada o sistema de tratamento de efluente de auto fossa, assim, descaracteriza a atual área onde são depositos os resíduos do município como aterro controlado.

O processo de coleta e disposição final dos resíduos sólidos gera emprego para 78 pessoas, podendo assim, afirmar que os resíduos produzidos no município de Ji-Paraná têm fins sociais e econômicos, sendo esta atividade a base do seu sustento familiar. Os catadores da COOCAMARJI tem o contato direto com os resíduos ali depositados, facilitando, desse modo, a contaminação dos mesmos com materiais infectados e vetores de doenças (LANZA, 2009).

Os veículos na coleta dos resíduos do município são as caçambas compactadoras, esses automóveis satisfazem as necessidades da coleta, e apresentam benefício quando comparada com as caçambas basculhantes, pois as caçambas compactadoras armazenam uma maior quantidade de resíduos, são totalmente fechadas, o que impossibilita que os materiais recolhidos caiam durante a coleta, baixa altura para carregamento e praticidade na carga e descarga (ABES-CE. 2006).

Segundo o Censo realizado pelo IBGE (2010), o município de Ji-Paraná possui uma população urbana de 104.858 habitantes, destas segundo a COOLPEZA, 100% são atendidas pela coleta

A produção estimada de resíduos coletados por 5 caçambas compactadoras que totalizam 20 viagem por dia ao aterro controlado da cidade de Ji-Paraná é de 138,67 toneladas,

onde são depositados os resíduos domiciliares e de serviço de saúde coletado pela empresa contratada de toda área urbana. Contudo, de acordo com a COOLPEZA (2013) a quantidade de resíduos coletados pela empresa no município é de 71,16 toneladas por dia, o que representar cerca de 51,32 % do estimado pelo estudo. Em 2012 a quantidade de resíduos sólidos coletados era aproximada de 63 toneladas diárias (JI-PARANÁ, 2012). Desta forma, a quantidade de resíduos coletados pelo serviço público sofreu um aumento de 12.54% em dois anos.

A diferença existente entre a quantidade de resíduos informado pela COOLPEZA e a estimada, pode ser aferida ao planejamento no sistema de coleta, pois certamente as caçambas compactadoras que coletam os resíduos do município, estão operando com a capacidade abaixo da indicada por Wolmer (2002), que falar que as caçambas compactadoras dever operar com cerca de 80 % da capacidade. Assim, a empresa responsável pela coleta está coletando a quantidade pequena de resíduos sólidos, com isso, despendendo de mais recursos para operação de coleta, e não estando aproveitando a capacidade dos seus veículos.

Dessa forma, é possível afirma que as caçambas compactoras que prestam o serviço de coleta estão operando com 51,32 % do estimado, assim, o indicado é que os veículos coletores de resíduos fossem melhores utilizados, devendo haver uma forma no itinerário dos veículos, pois de acordo com de D'ALMEIDA e VILHENA, (2000) "O itinerário de coleta é o trajeto que o veículo coletor deve percorrer dentro de um mesmo setor, num mesmo período, transportando o máximo de lixo num mínimo de percurso improdutivo, com o menor desgaste possível para a guarnição e o veículo".

A coleta dos resíduos é efetuada em cada imóvel, nos mesmos dias da semana em horários regulares. Nos distritos de Nova Londrina e Nova Colina a coleta dos resíduos sólidos ocorrer apenas uma vez na semana, porém o tempo indicado a ser observado entre a geração dos resíduos e seu destino final não deve exceder 2 ou 3 dias, para evitar proliferação de moscas, aumento do mau cheiro e a incidência de animais roedores, insetos e outros.

De acordo com os dados obtidos, a quantidade de RSS coletado atualmente no município de Ji-Paraná é em torno de 6,185 toneladas por mês. Em um estudo realizado pela prefeitura em 2010, a média mensal dos RSS girava entre 4,9 a 6,12 toneladas (JI-PARANÁ, 2012). Assim, pode-se afirma que não houve um aumento discrepante na geração dos RSS no município de Ji-Paraná.

A coleta e disposição final do RSS é realizada por um veículo específico, devidamente sinalizado que é operado por pessoas qualificadas que fazem uso dos EPIs necessários. A vala onde ocorre a disposição final dos RSS possui o isolamento do solo com a manta de PEAD, o que impede o contato do chorume gerados pelos resíduos entre em contato com o solo, assim,

a colheita dos RSS obedecer ao que dispõe a Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 (BRASIL, 2005), a respeito das práticas e procedimentos a serem adotados na coleta dos RSS.

O plano setorial de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos do município de Ji-Paraná (2012) era de que 17.42% dos resíduos coletados poderiam ser reciclados e/ou reutilizados, sendo estes compostos principalmente por: papel, PET, plástico, ferro, alumínio, cobre, tecidos, vidro e madeira. Atualmente são coletados para reciclagem apenas 4,87 % dos resíduos depositados na área do aterro, levando em consideração os dados da COOLPEZA. Já com relação a estimativa realizada, a quantidade de material coletado e enviados para serem reciclados representam 2,89 %. Diante desta informação, se fossem coletados todos os materiais possíveis de serem coletados e/ou reciclados para o que é produzido pelo município, consequentemente, aumentaria a vida útil do aterro. Porém, para tal atividade, seria necessária de uma maior demanda de mão de obra.

Levando em consideração a quantidade de resíduos coletados fornecidos pela COOLPEZA, a geração per capita de resíduos no município de Ji-Paraná é de 0,671 (Kg.hab/dia), esse resultado esta dentro da faixa proposta por Fonseca e Gonzaga (2006), pelo plano setorial de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos do município de Ji-Paraná (2012) e por muitos técnicos, que consideram de 0,5 a 0,8 kg/hab./dia a geração per capita de resíduos em municípios que tem uma população urbana de 30 mil a 500 mil habitantes. Tal faixa é considerada também, como a variação média para o Brasil. Porém, pela estimativa realizada a geração per capita de resíduo do município seria de 1,32 (Kg.hab/dia).

No entanto, de acordo com o estudo realizado por Santos (2011), o município de Ji-Paraná tinha uma geração *per capita* estimada em de 0.684 kg/hab/dia de resíduos sólidos, e com a produção média de 71.742 kg de RSU por dia. De acordo com o fornecido pela COOLPEZA a quantidade coletada é de 71,16 toneladas.

O tempo estimado da vida útil do aterro controlado do município de Ji-Paraná é de 6,6 anos, quando leva em consideração a quantidade de resíduos coletados informado pela COOLPEZA, porém quando há o aumento na geração de resíduos no município a vida útil do aterro tende a diminuir. Porém, considerando a quantidade de resíduos gerados pelo método do número de descargas o aterro controlado de Ji-Paraná possui uma vida estimada em 3,32 anos.

De acordo com o plano setorial de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos do município de Ji-Paraná (2012) os resíduos quando compactos tem o seu volume reduzido de 1/4 a 1/3, dessa forma, a compactação dos resíduos sólidos antes de serem cobertos, é

fundamental para o aumento da vida útil do aterro controlado municipal. Assim, a compactação dos resíduos, é uma prática que deve ser mantida.

Dessa forma, a escolha de novas áreas para implantação do aterro sanitário é uma medida que deve ser desenvolvida, sendo que na melhor das hipóteses a prefeitura tem 6,6 anos para desempenha essa atividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos são de grande relevância social, econômico e ambiental, onde foi possível ter conhecimento da situação atual da quantidade de resíduos produzidos e o tempo de vida útil do aterro, bem como expor a importância de ser conhecer a capacidade de suporte do atual aterro com a quantidade de resíduos produzidos pela população.

Com relação, ao sistema de coleta dos resíduos sólidos, todas as residências da cidade são atendidas e as coletas são realizadas em dias e horários já estabelecidos, assim, obedecendo ao a quantidade de coleta a ser realizada pelo sistema de coleta. Nos distritos de Nova Londrina e Nova Colina a coleta é realizada apenas uma vez por semana, contrariando a norma, fato esse que se dar em virtude dos distritos serem de difícil acesso.

Outro fator que merece ser mencionado é a coleta e a destinação final dos RSS produzidos pela cidade, ocorre de forma satisfatória.

A coleta de materiais recicláveis pelos catadores contribui diretamente para uma maior longevidade do aterro, como também a atividade de compactação dos resíduos dentro das valas, realizadas pelo trator esteira, pois essas atividades desenvolvidas na área do aterro influenciam diretamente na redução do volume dos resíduos a serem aterrados, assim, aumentando o tempo de vida útil das valas que são usadas para disposição final dos resíduos sólidos, dessa forma ocorrendo a maximização da vida do aterro.

Para muitos, os resíduos sólidos não possuem nenhum valor, sendo considerados um grande problema para comunidade, porém, para algumas famílias Jiparanaenses os resíduos apresentam-se como uma fonte de renda para sustento familiar.

O tempo de vida estimada do aterro controlado municipal é de 6,6 anos quando a estimativa se baseia nos dados fornecidos pela COOLPEZA e de 3,32 anos quando a estimativa da vida útil utiliza o método do número de cargas, dessa forma, faz-se necessário a aquisição de nova área para disposição final dos resíduos sólidos do município de Ji-Paraná.

Com relação, ao sistema de coleta dos resíduos sólidos, pode-se considerar que Ji-Paraná é uma cidade que não possui coletas coletivas, mas a coleta é realizada de forma satisfatória, pois visualmente as praças e ruas são limpas graças ao trabalho de limpeza e cooperação da população e empresas do serviço de saúde que acondicionam os resíduos e os disponibilizam para a coleta de forma correta.

A disposição final dos resíduos sólidos em locais inapropriados favorece para a contaminação do meio ambiente. O aterro controlado é uma técnica preferível em relação ao lixão, a qualidade é inferior aos aterros sanitários, com essa técnica de disposição, produzem em geral, uma poluição localizada, não havendo impermeabilização da base (comprometendo a qualidade do solo e das águas subterrâneas), nem sistema de tratamento de lixiviados (chorume mais água de infiltração) ou de extração e queima controlada dos gases gerados.

É possível concluir que o município de Ji-Paraná se encontra em um patamar pouco favorável diante do real cenário brasileiro de destinação final do lixo urbano, restando ainda, à administração municipal aprimorar as experiências adquiridas e somar esforços no sentido de planejar a implantação de um novo e completo aterro sanitário para o município. Visto que o aterro controlado de Ji-Paraná, embora seja hoje um exemplo, não muito considerável ambientalmente exigido.

REFERÊNCIAS

ABES-CE. **Resíduos sólidos urbanos: coleta e destino final**. 2006.

AMBIENTEBRASIL. Resíduos sólidos. Disponível em:
<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/coleta_e_disposicao_do_lixo/lixao_residuos.html> Acesso em 14 dezembro de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896**: Aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, ABNT, Brasil, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.849/85**: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos. São Paulo, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

ÁVILA, Jorge Luís Teixeira; MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. **Urbanização e impactos ambientais: Uma Análise da Relação entre as Características dos Espaços Urbanos e a Poluição Hídrica na Região do Médio Rio Doce (MG)**. VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ANAIS). Fortaleza, 2007.

BAASCH, S. S. N. **Um sistema de suporte multicritério aplicado na gestão dos resíduos sólidos nos municípios catarinenses**. 1995. 120. p. Tese (Doutorado. Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 1995.

BARROSO, M. M.; CHERUBINI, K. V.; CORDEIRO, J. S. *Análise crítica da sustentabilidade ambiental, saneamento e saúde pública no município de Porto Velho*. Porto velho, 2005.

BELI, Euzebio et al. **Recuperação da área degradada pelo lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal – SP**. Engenharia Ambiental UNIPINHAL – Espírito Santo do Pinhal, v. 2, 2005.

BRASIL. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento**: marco conceitual e estratégia metodológica. Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. Lei nº 11.445/2007, **Política Nacional de Saneamento**. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/lei-11-44507-lei-federal-do-saneamento-basico/>> acesso 12 de dezembro de 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305/10, **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso 11 de dezembro de 2013.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 29 de abril de 2005. **Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva**.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências**.

CARVALHO, André Luciano de; LANZA, Vera Christina Vaz. **Orientações básicas para a operação de aterro sanitário** / Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

COOLPEZA Serviços de Limpeza Urbana LTDA - ME. **Relatório Técnico: Operação e Manutenção do Aterro Controlado (Disposição Final de Resíduos Sólidos) do município de Ji-Paraná/RO**. Ji-Paraná, 2013.

ELK, Ana Ghislane Henriques Pereira van. **Redução de emissões na disposição final**. Coordenação de Karin Segala – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos).

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FELIPETTO, Adriana Vilela Montenegro. **Conceito, planejamento e oportunidades**. Coordenação de Karin Segala. – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos).

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/Web%20Funasa/pub/manusane/manual_saneamento.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2013.

FONSECA, Heber et al. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos do município de Caldas Novas – GO**, 2004. 22p. Artigo para conclusão do curso de Engenharia Ambiental. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2004.

FONSECA, Alberto Magalhães: GONZAGA; Valéria Cristina. **Metodologia Para Auditoria De Serviços De Limpeza Urbana, Com Enfoque nos Custos de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos**. Tribunal de Contas Do Estado de Minas Gerais XI Simpósio Nacional De Auditoria De Obras Públicas, Belo Horizonte, 2006.

Gestão integrada de resíduos sólidos na Amazônia: a metodologia e os resultados de sua aplicação. IBAM, 2004. Disponível em: <www.ibam.org.br/publique/media/Girs_final.PDF>. Acessado em 10 de dezembro de 2013.

GOMES, L.P. **Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários**. São Carlos. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Estudos & Pesquisas - Informação Geográfica 7. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=110012&search=rondonia|ji-parana/> acessado em 30 de novembro de 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Resíduo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2ª. Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT), 2008. Disponível em: <<http://www.ipt.br/manual+de+gerenciamento+integrado.+2%AA.+Ed.+S%E3o+Paulo>> acesso em 11 de dezembro de 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo, 2009.

Ji-PARANÁ. **Plano de Saneamento Básico : plano setorial de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos do município de Ji-Paraná**. Ji-Paraná, 2012. Disponível em: <http://www.jiparana.ro.gov.br/up/arquivos/2013/atos/AO_2820_b87dd033cde6e12eb3a4f13aac4728e1.pdf> acessado em 11 de dezembro de 2013

LANZA, Vera Cristina Vaz. **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos** / Vera Cristina Vaz Lanza. -- Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009.

LIMA, L.M.Q. **Lixo Tratamento e Biorremediação**. 3ª ed. Hemus. São Paulo, 1995.

LIMPEZA PÚBLICA, Prof. Eng. FERNANDO ANTONIO WOLMER, AGOSTO/2002 Disponível em: <http://www.vivastri.com.br/apostila_limpeza_urbana.pdf>. Acesso em: 02 fevereiro de 2014.

LUNA FILHO, Eury P. **A Coleta e a Disposição Municipal de Resíduos Sólidos: Gestão Integrada. Aspectos Administrativos, Jurídicos e Gerenciais**. Brasília: CIORD e UnB, 2001.

KIEHL, E.S., **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, SP, Divisão de Biblioteca e Documentação "Luiz de Queiros"/USP, 1998.

MANASSERO, M.; VAN IMPE, W. F.; BOUAZZA, A. Waste disposal and containment. In: **International Congress on Environmental Geotechnics**, State of the Art Reports, 2, [S.l], v 1, 1996.

MONTEIRO, et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro. [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAIS, Greiceana Marques Dias de. **Diagnóstico da deposição clandestina de Resíduos de Construção e Demolição em bairros periféricos de Uberlândia**: Subsídios para uma gestão sustentável. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

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.

ROSA, Rafael Mendes. **Diagnóstico da disposição de resíduos sólidos em uma voçoroca no município de Araguari-mg**. universidade federal de uberlândia, 2009, monografia, 13.p

ROMANI, Andrea Pitangy de; SEGALA, Karin. **Agregando valor social e ambiental**. Coordenação de Karin Segala – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos).

SANTOS, Luiz Ricardo. **Caracterização Física Dos Resíduos Sólidos Urbanos Do Município De Ji-Paraná – Rondônia**. Monografia de Curso, Curso Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia. Ji-Paraná, 2011.

SANTOS, M. G. **Disposição dos Resíduos sólidos urbanos no município de Feira de Santana-BA**: Sugestões para uma gestão integrada (monografia), Feira de Santana: FTC, 2004.

CETESB (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente; CETESB Aruntho Savastano Neto ... [et al.]. **Manual de Operação de Aterro Sanitário em Valas**. São Paulo, 2010. 24 p. Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancasclimaticas/biogas/Aterro%20Sanit%C3%A1rio/21-Aterro%20Sanit%C3%A1rio> > acesso 11 de dezembro de 2013.

Site Relacionado a Coletores de Resíduos: Disponível em:

<<http://www.reciclagemnomeioambiente.com.br/lixeriras-para-coleta-seletiva-cores-e-significados/>> Acesso em 10 de dezembro de 2014.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. **Integrated solid waste management**. New York: MacGraw-Hill, 1993.

VALLE, Cyro Eyer do. **Como se preparar para as Normas ISO 14000: qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira, 2000.

WOLMER, Fernando Antonio. **Limpeza Urbana**. São Paulo, 2002.