

1 INTRODUÇÃO

Os RSU (resíduos sólidos urbanos) apresentam grande diversidade e complexidade. Suas características variam de acordo com sua fonte ou atividade geradora. Diversos fatores afetam o processo de geração de resíduos sólidos, tanto em relação à quantidade gerada quanto à sua composição qualitativa. O manejo, o tratamento ou a disposição inadequada dos resíduos podem em certos casos gerar potenciais riscos à saúde e ao meio ambiente das diversas espécies de seres vivos.

Os resíduos sólidos são um dos maiores problemas enfrentados pelas autoridades públicas. Segundo Franco (1999), essa problemática teve como ponto de partida o crescimento das cidades e a mudança no ritmo e padrão de consumo, acarretando em uma geração cada vez maior e diversificada de resíduos. O que acaba por tornar mais caro e complexo o tratamento a ser dado a este problema.

Aliado a esse cenário, soma-se a destinação inadequada que é dada aos resíduos sólidos. Segundo a ABRELP (2009), o país gerou mais de 57 milhões toneladas de resíduos sólidos em 2009, crescimento de 7,7% em relação ao volume do ano anterior. As capitais e as cidades com mais de 500 mil habitantes foram responsáveis por quase 23 milhões de toneladas de RSU dia. Dos municípios brasileiros com coleta de RSU, aproximadamente 59% ainda dispõe estes resíduos em lixões. A preocupação sobre a destinação final inadequada dos resíduos sólidos também está intensamente relacionada à poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas.

Considerando a legislação nacional, os resíduos ganharam destaque em 2010, através da aprovação da Lei que define a “Política Nacional de Resíduos Sólidos”. Essa Política dispõe em seu Título I, capítulos que abordam sobre as disposições acerca dos princípios, objetivos, instrumentos e definições para a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos. No Título II aborda questões referentes à gestão de resíduos sólidos tanto urbanos como todos os tipos de resíduos gerados, assim como os métodos de tratamento e disposição. Já o Título IV, que encerra o texto da política, decreta as responsabilidades, caracteriza as infrações e impõe as penalidades aplicáveis em caso de descumprimento das determinações.

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

- Incisos VI e IX do Art. 23, estabelecem ser de competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios protegerem o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, bem como promover programas de construção de moradias e a melhoria do saneamento básico;
- Incisos I e V do Art. 30 estabelecem como atribuição municipal legislar sobre assuntos de interesse local, especialmente quanto à organização dos seus serviços públicos, como é o caso da limpeza urbana. Tradicionalmente, o que ocorre no Brasil é a competência do Município sobre a gestão dos resíduos sólidos produzidos em seu território, com exceção dos de natureza industrial, mas incluindo os provenientes dos serviços de saúde.

Uma forma de criar sanções penais e administrativas para as atividades que não correspondem à lei vigente, e que podem trazer ações lesivas ao meio ambiente, foi criada a Lei de Crimes Ambientais nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Esta Lei dispõe no seu Artigo 54 as penalizações de lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos que estejam em desacordo com as exigências estabelecidas em leis e regulamentos.

Para atender as legislações vigentes e garantir a limpeza da cidade deve ser realizado um correto planejamento das atividades da limpeza urbana pelo município. As seqüências das atividades estão diretamente relacionadas a um bom planejamento da coleta e transporte, gerando menores problemas a população com o acondicionamento e armazenagem dos resíduos.

A coleta seletiva é o reaproveitamento de resíduos que normalmente chamamos de lixo e deve sempre fazer parte de um sistema de gerenciamento integrado de lixo. Nas cidades, a coleta seletiva é um instrumento concreto de incentivo a redução, a reutilização e a separação do material para a reciclagem. Visa uma mudança de comportamento, principalmente em relação aos desperdícios inerentes à sociedade de consumo.

Segundo Bento e Faria (2008), o gerenciamento inadequado e ineficaz dos resíduos sólidos também inibe o desenvolvimento da atividade turística, a mesma devendo se estabelecer em um lugar agradável, organizado e provido de uma infra-estrutura básica que beneficie ao menos a população local.

Neste sentido o objetivo desse trabalho foi analisar os métodos de gestão, gerenciamento e disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no município de Betim, Minas Gerais.

2 OBJETIVOS

2.1 *Objetivo Geral*

O objetivo desse trabalho é analisar o sistema de gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Betim, localizado no estado de Minas Gerais, com a finalidade de identificar ações que contribuam para o ideal saneamento ambiental e que gerem desenvolvimento sustentável e qualidade de vida aos munícipes da referida cidade.

2.2 *Objetivos Específicos*

- Analisar e discutir o sistema de limpeza urbana do município de Betim;
- Analisar e discutir a disposição final de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário do município de Betim;
- Propor ações que contribuem para correções de possíveis falhas apresentadas pelo sistema de gestão utilizado pelo município de Betim.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura conceitua todos os elementos que estão diretamente ligados aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Para se demonstrar as características do sistema de limpeza urbana e a destinação final dos resíduos sólidos de uma cidade é importante conceituar e analisar todos os componentes em torno das características qualitativas e quantitativas dos RSUs. Das legislações que regulamentam desde a geração à disposição final dos resíduos e a gestão e gerenciamento deste sistema, que visa principalmente ao atendimento dos cidadãos de um município.

Desta forma, o presente capítulo abordará: resíduos sólidos urbanos, gestão e gerenciamento de RSU e projeto, implantação, operação e monitoramento de aterros sanitário.

3.1 *Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)*

Segunda a NBR – 10.004 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, 2004), resíduos sólidos são “resíduos nos estados sólidos ou semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d`água ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

Por ser o conceito de resíduos sólido muito abrangente, há a necessidade de se adotarem critérios de classificação com o objetivo primordial de destiná-los corretamente. Barros (1999) enumera algumas classificações em função: da biodegradabilidade (facilmente, dificilmente ou não degradáveis); da operacionalização dos serviços de coleta (domiciliar, público, especial); do local e origem (urbano e rural).

A NBR – 10.004 (ABNT, 2004) adota a seguinte classificação:

- Resíduos Classe I – Perigosos – Aqueles que apresentam periculosidade ou umas das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, ou patogenicidade.
- Resíduos Classe II – Não Perigosos – Esse são subdivididos em:

- Resíduos Classe II A – Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos sólidos Classe I ou Classe II B, podendo apresentar propriedades, tais como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
- Resíduos Classe II B – Não apresentam constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade em águas.

Barros (1999) apresenta conforme demonstrado no **Quadro 3.1**, a classificação dos resíduos segundo sua atividade de geração.

Quadro 3.1 – Classificação dos resíduos sólidos segundo a atividade de geração.

Tipo de Resíduo	Definição
Residencial (ou Domiciliar)	Resíduos produzidos nos domicílios, basicamente provenientes da cozinha, limpeza e manutenção das casas, compostos também de outros materiais descartados pela população, como papéis, embalagens (de plástico, de papelão, etc.), restos de alimentação, etc.
Comercial	Resíduos provenientes de estabelecimentos comerciais em geral, como escritórios, lojas, empresas, restaurantes, bares. São principalmente constituídos por papeis (embalagens, etc.) e matéria orgânica.
Serviços de Saúde	Resíduos provenientes de diversas áreas dos hospitais (refeitórios, centro cirúrgicos, ambulatórios, etc.) Fazem parte ainda desta classificação os resíduos de clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias e similares. Em virtude de suas características específicas, demandam cuidados e métodos especiais na sua coleta, transporte e disposição. Podem estar contaminados.
Industrial	Segunda a NBR-10004 (ABNT, 2004), são aqueles resíduos em “estado sólido ou semi-sólido que resultam das atividades industriais, incluindo-se todos provenientes de instalações de tratamento de águas residuárias, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento em rede pública de esgoto ou corpos d’água. Vários destes podem ser perigosos, exigindo cuidados especiais no manuseio e na disposição final.
Varrição e Feiras	Resíduos provenientes de varrição regular de ruas, conservação e limpeza de zonas comerciais, limpeza de feiras-livres, etc. Esses são constituídos principalmente de papeis embalagens, cigarros, restos de capina e de alimentos, areia, materiais de poda de

árvores, etc.

Outros

Resíduos não classificados nos itens anteriores.

Fonte: Barros, 1999.

Segundo Castilho Junior (2003), os resíduos sólidos de origem urbana (RSU) compreendem aqueles produzidos pelas inúmeras atividades desenvolvidas em áreas de aglomerações humanas dos municípios. Abrangendo os resíduos de várias origens como: residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, poda e outros), da construção civil e, finalmente, os agrícolas.

3.1.1 Aspectos Legais e Normativos

Para Castilho Junior (2003), além da Constituição Federal, o Brasil já dispõe de uma legislação ampla (leis, decretos, portarias, etc.) que, por si só, não tem conseguido equacionar os problemas gerados pela execução incorreta do gerenciamento de RSUs nos municípios. A falta de diretrizes claras, de sincronismo entre as fases que compõem o sistema de gerenciamento e de integração dos diversos órgãos envolvidos com a elaboração e aplicação das leis possibilitam a existência de algumas lacunas e ambigüidades, dificultando o seu cumprimento.

Nas diferentes esferas governamentais, ainda são iniciativas recentes ou inexitem leis específicas de “Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos” que estabeleçam objetivos, diretrizes e instrumentos em consonância com as características sociais, econômicas e culturais de estados e municípios.

Algumas das principais leis e normas de interesse para o assunto serão citadas brevemente:

A Lei Federal nº 6.938, de 31/8/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, institui a sistemática de avaliação de impacto ambiental para atividades modificadoras da qualidade ambiental com a criação da avaliação de impacto ambiental (AIA). A AIA é formada por um conjunto de procedimentos que visam assegurar que se realize exame sistemático dos potenciais impactos ambientais de uma atividade e de suas alternativas.

A Constituição Federal, promulgada em 1988, estabelece em seu artigo 23, inciso VI, que “compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”.

A resolução Conama nº 005, de 31 de março de 1993, que dispõe sobre o tratamento de resíduos gerados em estabelecimentos de saúde, portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

Castilho Junior et al. (2003) cita diversas normalizações técnicas da ABNT específicas ao tema tratado, conforme **Quadro 3.2**.

Quadro 3.2 – Normas técnicas da ABNT, ligado ao tema: Resíduos Sólidos Urbanos.

<i>NORMA TÉCNICA</i>	<i>DEFINIÇÃO</i>
NBR 7039, DE 1987	Pilhas e acumuladores elétricos – Terminologia
NBR 9800, DE 1987	Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário – Procedimento
NBR 10005, DE 1987	Lixiviação de resíduos
NBR 7501, DE 1989	Transporte de produtos perigosos – Terminologia
NBR 11174, DE 1990	Armazenamento de resíduos de classe II, não-inertes, e III, inertes – Procedimento
NBR 9190, DE 1993	Sacos plásticos – Classificação
NBR 9191, DE 1993	Sacos plásticos – Especificação
NBR 7500, DE 1994	Símbolos de riscos e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais.
NBR 13221, DE 1994	Transporte de resíduos – Procedimento
NBR 13463, DE 1995	Coleta de resíduos sólidos – Classificação
NBR 13853, DE 1997	Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio
NBR 13896, DE 1997	Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação
NBR 10007, DE 2004	Amostragem de resíduos sólidos
NBR 10004, DE 2004	Resíduos Sólidos – Classificação
NBR 15113, DE 2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 13221, DE 2010	Transporte terrestre de resíduos

Fonte: Castilho Junior et al. (2003)

A Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445, de 2007, na qual o plano de resíduos sólidos deve integrar os planos municipais de Saneamento (PNSB) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305, de 2010, regulamentada por meio do Decreto n. 7.404, de 2010, estabeleceram um novo marco regulatório para o manejo de RSU no país.

Em janeiro de 2009, foi sancionada no Estado de Minas Gerais a Lei 18.031, publicada no dia 13 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Este instrumento com 57 artigos é o norteador das políticas públicas da área, reunindo as normas sobre o assunto em um único texto legal.

Da Política de RSU do Estado de Minas Gerais, destaca-se a existência de uma condição para que os municípios possam beneficiar-se de incentivos fiscais estabelecidos pelo Estado para aquisição de equipamentos para o setor de limpeza urbana. Também é condição para a concessão de financiamentos pelo Estado e para a transferência voluntária de recursos aos municípios a implantação de projetos de disposição final adequada do lixo. A lei estabelece ainda para os entes públicos a obrigação de editar normas com o objetivo de dar incentivo fiscal, financeiro ou creditício aos programas de gestão integrada de resíduos, em parceria com organizações de catadores de material reciclável, entre outros.

Em Betim no que diz respeito às legislações e aspectos normativos foi encontrado no site do portal de serviços da Prefeitura de Betim para consulta pública o projeto do Plano Municipal de Resíduos Sólidos de Betim. Este projeto visa à definição de normas e diretrizes que objetivam a prevenção da poluição para proteção e recuperação da qualidade do meio ambiente e da saúde pública, através da gestão democrática e sustentável dos resíduos sólidos no Município.

Dentro dos objetivos específicos deste projeto, a Política Municipal de Resíduos Sólidos de Betim deverá procurar:

- I- Integrar e articular ações relativas à gestão de resíduos sólidos;
- II- Disciplinar a gestão, reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos;
- III- Preservar a saúde pública, proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente, eliminando os prejuízos causados pela geração ou disposição inadequada de resíduos sólidos;
- IV- Estimular e valorizar as atividades de coleta de resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis;
- V- Fomentar o reaproveitamento de resíduos como matérias primas;

VI- Propugnar pela imediata regularização, ou na impossibilidade dessa medida, pelo encerramento das atividades e extinção de locais que se preste à inadequada destinação de resíduos sólidos;

VII- Supervisionar e fiscalizar o gerenciamento, dos resíduos sólidos, executado pelos diversos responsáveis, de acordo com as competências e obrigações estabelecidas;

VIII- Desenvolver e implementar ações relativas ao gerenciamento integrado de resíduos sólidos;

IX- Implementar ações de licenciamento ambiental;

Uma legislação importante para o município de Betim, que sofreu uma recente revisão em 2011 é o Plano Diretor do município. O Plano Diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana e tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade, garantindo o bem estar de seus habitantes (art. 1º da Lei que regulamenta o Plano Diretor).

Segundo informações do Site da Prefeitura de Betim, o primeiro Plano Diretor de Betim foi aprovado em 1968. Anos após, em 1996, uma nova lei foi elaborada e aprovada sob o número 2.963. Com a aprovação do Estatuto da Cidade em 2001 tornou necessária a revisão dos Planos Diretores das cidades com mais de 100.000 habitantes e, então, foi aprovada a Lei n.º 4.574, de 2007. Em 2011, a procura por investimentos no Município e a possibilidade de instalação de novos distritos industriais, demandou uma nova revisão das diretrizes de expansão urbana. Esse trabalho deu origem à alteração do Plano Diretor, que foi aprovada sob o n.º 5.177, em 10 de agosto de 2011.

3.1.2 Caracterização dos resíduos sólidos urbanos

As características qualitativas e quantitativas dos RSU podem variar em diversos aspectos. Segundo Castilho Junior (2006) as características físicas, químicas e biológicas dos RSU podem ser identificadas em qualquer etapa do gerenciamento dos resíduos desde o momento da geração até sua disposição final.

Para RSU, de origem doméstica e comercial, pode-se empregar o método e as categorias descritas por Persin et al.(2002), *apud* Zanta e Ferreira (2003), entre as quais se destaca as categorias de contaminantes químicos e biológicos presentes nestes resíduos. Conforme apresentado no **Quadro 3.3**.

Quadro 3.3 – Categorias identificadas para determinação da composição gravimétrica em RSU de origem doméstica e comercial.

CATEGORIA	EXEMPLOS DE ELEMENTOS CONSTITUINTES
Matéria orgânica	Restos de alimentos
Plásticos	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, etc.
Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, papel, cadernos, etc.
Vidro	Garrafas, copos, pratos, embalagens de produtos alimentícios, etc.
Metais	Palha de aço, embalagens de produtos alimentícios, restos de cobre, etc
Panos	Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, etc.
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, etc.
Folhas, terra	Restos de construção, terra, restos de podas, etc.
Outros	Materiais de difícil identificação

Fonte: Zanta e Ferreira (2003).

Para Castilho Junior (2003), além dos aspectos qualitativos é necessário determinar a quantidade de resíduos produzidos por dia (t/dia / m³/dia) e a produção “per capita” (t/hab.dia). Dados a serem empregados nas fases de planejamento e dimensionamento do gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos de uma cidade. A quantidade exata de resíduos gerados é de difícil determinação pelo fato de esta sofrer interferências no armazenamento, na reutilização ou reciclagem e no descarte em locais clandestinos. Que acabam por desviar parte do fluxo de materiais antes do descarte dos resíduos, por seu gerador, em local de domínio público. Ou seja, naquele onde a responsabilidade pelos resíduos passa a ser do poder público. Em razão dessas interferências, na prática, determina-se a quantidade produzida por dia, pelos resíduos sólidos que são coletados e direcionados para a destinação adequada.

3.2 Gestão de resíduos sólidos urbanos

Para Castilho Junior (2003), as diretrizes das estratégias de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos buscam atender aos objetivos do conceito de prevenção da poluição, evitando-se ou reduzindo a geração de resíduos e poluentes prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública.

Para Albertin (2010), a gestão integrada de resíduos sólidos define quais decisões, ações e procedimentos devem ser adotados em conjunto para manter o município limpo, dando destino correto e seguro aos resíduos, evitando danos ao meio ambiente. Esse tipo de gestão deve englobar etapas articuladas entre si, desde a geração até a disposição final, com atividades compatíveis com os demais sistemas do saneamento ambiental, envolvendo o poder público, o setor privado e a sociedade civil organizada ou não.

Segundo Monteiro (2001), GIRSU (Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos) é em síntese, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo. O GIRSU tem como objetivo elevar a qualidade de vida da população e promover o asseio da cidade. Levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos, para a eles serem dados a disposição final técnica e ambientalmente corretas.

Monteiro (2001), ressalta ainda que as ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que envolve a questão do GIRSU, devem se processar de modo articulado, segundo a visão de que todas as ações e operações envolvidas encontram-se interligadas, comprometidas entre si.

Segundo Castilhos Junior (2003), as instituições responsáveis pelo sistema de GIRSU devem contar com a existência de uma estrutura organizacional que forneça o suporte necessário ao desenvolvimento das atividades do sistema de gerenciamento. A concepção desse sistema abrange vários subsistemas com funções diversas como de planejamento estratégico, técnico, operacional, gerencial, recursos humanos, entre outros. Esta concepção é condicionada pela disponibilidade de recursos financeiros e humanos, como também pelo grau de mobilização e participação social.

Em janeiro de 2009 foi publicada a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (Lei 18.031), que define a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) como o “conjunto articulado de ações políticas, normativas, operacionais, financeiras, de educação ambiental e de planejamento desenvolvidas e aplicadas aos processos de geração, segregação, coleta, manuseio, acondicionamento, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos”. E aponta os consórcios entre municípios, como uma forma de se fazer a GIRSU de maneira eficiente.

3.2.1 Componentes do Sistema de Serviços de Limpeza Pública

Segundo Barros (1999), chama-se limpeza pública ou urbana o conjunto de atividades que permite o adequado estado de limpeza de uma cidade. Estes serviços são de responsabilidade do poder público, em nível do município. Isto não exclui os níveis federal e estadual de atuarem no setor, seja no campo do estabelecimento de políticas ou diretrizes, seja no da legislação ou da assistência técnica.

Para Monteiro (2001), o sistema de limpeza urbana da cidade deve ser institucionalizado segundo um modelo de gestão que, tanto quanto possível, seja capaz de promover a sustentabilidade econômica das operações, preservar o meio ambiente, preservar a qualidade de vida da população e contribuir para a solução dos aspectos sociais envolvidos com a questão.

Barros (1999), ressalta que uma visão mais abrangente passa por outras considerações, que contextualizam cada situação, incorporando mais variáveis, tão diferentes quanto o comportamento da população ou o tipo de gerenciamento que se pretende ou que se pode adotar. No **Quadro 3.4** Barros (1999), demonstra as características de um adequado serviço de limpeza pública para uma cidade.

Quadro 3.4 – Características de um adequado serviço de limpeza pública.

ASPECTO	DESCRIÇÃO
TÉCNICO	Fácil implementação; operação e manutenção simplificadas; uso de recursos humanos e materiais da região; compreende desde a produção até a disposição final dos resíduos.
SOCIAL	Fomenta hábitos positivos da população e desestimula os negativos; é participativo e promove a organização da comunidade.
ECONÔMICO	Custos de implementação, operação, manutenção e administração ao alcance da população que será usuária do serviço.
ORGANIZATIVO	Administração e gestão do serviço simples e dinâmica; é racional.
SAÚDE	Inscrive-se num programa maior de prevenção de doenças infecciosas.
AMBIENTE	Evita impactos ambientais negativos ao ar, à água e ao solo.

Fonte: Barros, 1999.

A Constituição Federal, em seu art.30, inciso V, dispõe sobre a competência dos municípios em “organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluindo o transporte coletivo, que tem caráter essencial”.

No que tange os serviços públicos de interesse local é a predominância dos interesses do Município sobre os do Estado e da União, cabendo ao Município a competência dos mesmos serviços públicos essenciais.

Para Monteiro (2001), o sistema de limpeza urbana da cidade pode ser administrado das seguintes formas: diretamente pelo Município, através de uma empresa pública específica ou através de uma empresa de economia mista criada para desempenhar especificamente essa função.

Independentemente disso, os serviços podem ser ainda objeto de concessão ou terceirizados junto à iniciativa privada. As concessões ou terceirizações podem ser globais ou parciais, envolvendo um ou mais segmentos das operações de limpeza urbana. Existe ainda a possibilidade de consórcio com outros municípios, especialmente nas soluções para a destinação final dos resíduos.

3.2.1.1 Coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos.

Segundo Barros (1999), o sistema de coleta de resíduos sólidos, pela sua complexidade, importância e custo, é das principais tarefas do administrador dos serviços de limpeza pública. Embora na maioria das vezes a preocupação esteja somente em afastá-los da fonte geradora, não se importando com uma destinação final sanitariamente adequada.

Para Monteiro (2001), coletar o lixo significa recolher o lixo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final. Coleta-se o lixo para evitar problemas de saúde que ele possa propiciar. A coleta e o transporte do lixo domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana. Para esses serviços, podem ser usados recursos próprios da prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de viaturas e a utilização de mão de obra da prefeitura.

Para uma coleta que atenda bem uma população é importante que o administrador dos serviços de limpeza pública regularize a coleta, estipule frequências, horários e itinerários da

coleta e utilize veículos e equipamentos apropriados para uma coleta ágil e segura, para os operadores dos serviços de limpeza urbana.

Para isso Monteiro (2001), aponta orientações para a implantação correta dos serviços de coleta e transporte de RSU, a saber:

A) Regularidade da Coleta

A coleta do lixo domiciliar deve ser efetuada em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários, regularmente. Somente assim os cidadãos irão se habituar em acondicionar os recipientes ou embalagens do lixo nas calçadas, em frente aos imóveis, sempre nos dias e horários em que o veículo coletor irá passar. Em consequência, o lixo domiciliar não ficará exposto, a não ser pelo tempo necessário à execução da coleta. A população não jogará lixo em qualquer local, evitando prejuízos ao aspecto estético dos logradouros e o espalhamento por animais ou pessoas.

B) Frequência da Coleta

Por razões climáticas, no Brasil, o tempo decorrido entre a geração do lixo domiciliar e seu destino final não deve exceder uma semana para evitar proliferação de moscas, aumento do mau cheiro e a atratividade que o lixo exerce sobre roedores, insetos e outros animais.

Há que se considerar ainda a capacidade de armazenamento dos resíduos nos domicílios. Nas favelas e em comunidades carentes, as edificações não têm capacidade para armazená-lo por mais de um dia, o mesmo ocorrendo nos centros das cidades, onde os estabelecimentos comerciais e de serviços, além da falta de local apropriado para o armazenamento, produzem lixo em quantidade considerável. Em ambas as situações é conveniente estabelecer a coleta domiciliar com frequência diária.

C) Horários da Coleta

Para redução significativa dos custos e otimização da frota a coleta deve ser realizada em dois turnos. É conveniente estabelecer turnos de 12 horas (dividindo-se o dia ao meio, mas trabalhando efetivamente cerca de oito horas por turno). Tem-se então, por exemplo, o primeiro turno iniciando às sete horas e o segundo turno às 19 horas, "sobrando" algum tempo para manutenção e reparos. Nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve

preferencialmente ser realizada durante o dia. Deve-se, entretanto, evitar fazer coleta em horários de grande movimento de veículos nas vias principais.

A coleta noturna deve ser cercada de cuidados em relação ao controle dos ruídos. As guarnições devem ser instruídas para não alterar as vozes. O comando de anda/pára do veículo, por parte do líder da guarnição, deve ser efetuado através de interruptor luminoso, acionado na traseira do veículo, e o silenciador deve estar em perfeito estado. O motor não deve ser levado à alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração, sempre operante.

A **Figura 3.1** demonstra como devem ser elaborados os quadros de regularidade, freqüência e horários da coleta, podendo ser repassados assim a população de um município.

Figura 3.1 – Quadro com demonstrativo de regularidade, freqüência e horários de coleta de RSU.

FIQUE ATENTO AOS DIAS QUE A COLETA DE LIXO ORGÂNICO E RECICLÁVEL PASSARÁ EM SEU BAIRRO		
LIXO ORGÂNICO		
DIA DA SEMANA	HORÁRIO	BAIROS
Segunda, Quarta e Sexta-feira	A partir das 06h00	Jardim Santa Cruz, Jardim Boa Vista, Nova Itapira, Bela Vista, Recreio Santa Fé, Jardim Salgados, Jd. Santa Marta, Vila Pires, Loteamento Cristiano de Lima, Braz Cavenaghi, Della Rocha 3, Carmona, Macuco, Jd. Ângela, Santa Terezinha, Av. Brasil, Fortaleza, Camboriú e rua Lindóia.
Segunda, Quarta e Sexta-feira	A partir das 16h00	Prados, Parque Felicidade 1, Parque Felicidade 2, Jardim Guarujá, Istor Luppi, José Secchi, Jardim Soares, São Vicente e Santa Bárbara.
Terça, Quinta e Sábado	A partir das 06h00	Vila Izaura, Jardim Bonfim, Jardim São Francisco, Jardim Tropical, Jardim Itamaracá, Jardim Magali, São JudasTadeu, Cubatão, Jardim Raquel, Morro do Macumbê, Achilles Galdi, Penha do Rio do Peixe, Galego e Figueiredo.
Terça, Quinta e Sábado	A partir das 16h00	Passarela, Flávio Zacchi, São Lucas, Assad Alcici, Nosso Teto, Pé no Chão, Vila Boa Esperança, Jardim Nossa Senhora Aparecida, Parque São Lucas, Parque São Lucas, Vila Bazani e Vila Pereira.
Segunda-feira e Sábado	A partir das 16h00	Centro, (entre rua Padre Ferraz até avenida dos Italianos e Av. Rio Branco até o Instituto Bairral), incluindo a rua da Penha, rua Dr. Francisco de Paula Moreira Barbosa e rua 24 de Outubro.
LIXO RECICLÁVEL (coleta seletiva solidária)		
DIA DA SEMANA	HORÁRIO	BAIROS
Terça-feira	A partir das 6h30	Santa Cruz, Nova Itapira, Bela Vista, Santa Marta, Santa Fé, São Benedito, Braz Cavenaghi, Della Rocha I, II e III, Mário Cega, Residencial Alonso Carmona Ortiz e Cristiano de Lima.
Quarta-feira	A partir das 6h30	Aquiles Galdi, Figueiredo, Penha do Rio do Peixe, Jardim Galego, Humberto Carlos Passarela, Flávio Zacchi, Parque São Lucas, Assad Alcici, Nosso Teto, Boa Esperança, Jd. Itapuã e Pé no Chão.
Quinta-feira	A partir das 6h30	Istor Luppi, José Tonolli, Prados, Jardim Lindóia, Parque Fortaleza, Jardim São Francisco, Jardim São Marcos, Jardim Camboriú, Parque da Felicidade I, Parque da Felicidade II, Jardim Guarujá, Santa Terezinha, Jardim Ângela, Jardim Progresso, Jardim Paraíso e José Secchi.
Sexta-feira	A partir das 6h30	Santa Bárbara, Jardim Soares, Vila Kennedy, Vila Bazani, Vila Pereira, Centro e São Vicente.

Fonte: www.cidadedeitapira.com.br, junho de 2011.

D) Itinerários da Coleta

O aumento ou diminuição da população, as mudanças de características de bairros e a existência do recolhimento irregular dos resíduos são alguns fatores que indicam a necessidade de redimensionamento dos roteiros de coleta. Os roteiros devem ser planejados de tal forma que as guarnições comecem seu trabalho no ponto mais distante do local de destino do lixo e, com a progressão do trabalho, se movam na direção daquele local, reduzindo as distâncias e o tempo de percurso. É importante verificar a geração de resíduos sólidos nos domicílios, estabelecimentos públicos e no pequeno comércio, pois esses dados serão utilizados no dimensionamento dos roteiros necessários à coleta regular de lixo. A pesquisa deve ser efetuada em bairros de classe econômica alta, média e baixa. Com base na projeção baseada em dados do último censo disponível, pode-se calcular a quantidade média do lixo gerado por uma pessoa ao dia.

Os itinerários de coleta devem ser projetados de maneira a minimizar os percursos improdutivos, isto é, ao longo dos quais não há coleta. Um roteiro pode ser traçado buscando-se, através de tentativas, a melhor solução que atenda simultaneamente condicionantes tais como o sentido do tráfego das ruas, evitando manobras à esquerda em vias de mão dupla, assim como percursos duplicados e improdutivos. Costuma-se traçar os itinerários de coleta pelo método dito "heurístico", levando-se em conta o sentido do tráfego, as declividades acentuadas e a possibilidade de acesso e manobra dos veículos.

E) Veículos e equipamentos utilizados na coleta

As viaturas de coleta e transporte de lixo domiciliar podem ser de dois tipos:

- compactadores: no Brasil são utilizados equipamentos compactadores de carregamento traseiro ou lateral;
- sem compactação: conhecidas como Baú ou Prefeitura, com fechamento na carroceria por meio de portas corrediças.

Um bom veículo de coleta de lixo domiciliar deve possuir as seguintes características:

- não permitir derramamento do lixo ou do chorume na via pública;
- apresentar taxa de compactação de pelo menos 3:1, ou seja, cada 3m³ de resíduos ficarão reduzidos, por compactação, a 1m³;
- apresentar altura de carregamento na linha de cintura dos garis, ou seja, no máximo a 1,20m de altura em relação ao solo;

- possibilitar esvaziamento simultâneo de pelo menos dois recipientes por vez;
- possuir carregamento traseiro, de preferência;
- dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores;
- apresentar descarga rápida do lixo no destino (no máximo em três minutos);
- possuir compartimento de carregamento (vestíbulo) com capacidade para no mínimo 1,5m³;
- possuir capacidade adequada de manobra e de vencer aclives;
- possibilitar basculamento de contêineres de diversos tipos;
- distribuir adequadamente a carga no chassi do caminhão;
- apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área.

A **Figura 3.2**, demonstra os tipos de veículos mais utilizados para coleta de resíduos domiciliar. As ferramentas e utensílios utilizados na coleta do lixo domiciliar são de extrema importância para que a guarnição de trabalhadores realize a coleta sem deixar resíduos após a operação. Por isso é necessário o uso de uma vassoura de tamanho médio e de uma pá quadrada.

Figura 3.2 – Tipos de caminhões compactadores utilizados para coleta de resíduos domésticos.



Coletor compactador – 6m³



Coletor compactador – 10 a 15m³



Coletor compactador – 19m³

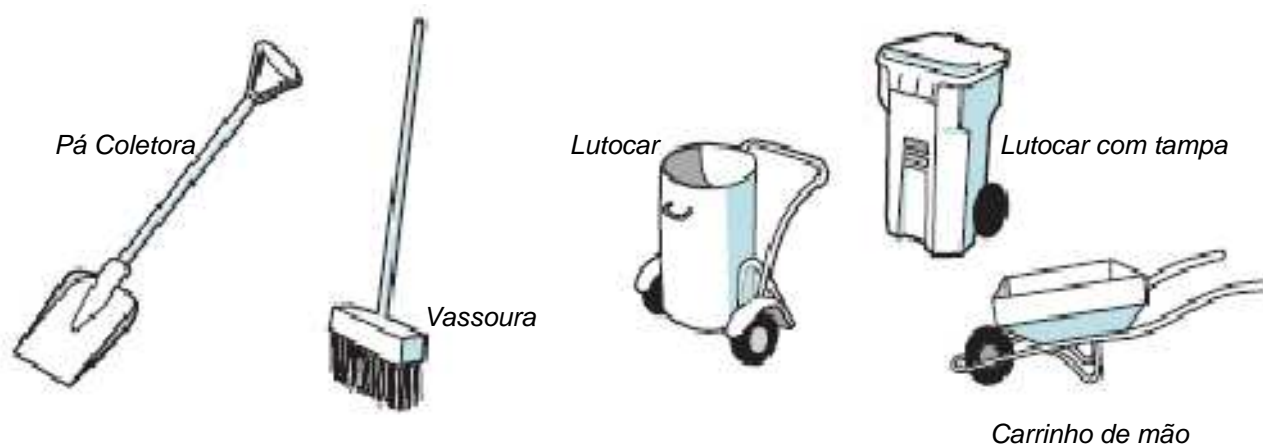
Fonte: Monteiro, (2001).

F) Coleta e transporte de resíduos sólidos públicos

Os resíduos de varrição podem ser transportados em carrinhos revestidos internamente com sacos plásticos ou em contêineres intercambiáveis. Em logradouros íngremes podem ser empregados carrinhos de mão. Os resíduos públicos acondicionados em sacos plásticos podem ser removidos por caminhões coletores compactadores, com carregamento traseiro ou lateral.

A **Figura 3.3** demonstra os tipos de equipamentos mais utilizados para a coleta e transporte dos resíduos provenientes da limpeza dos logradouros públicos. Os contêineres podem permanecer estacionados em terrenos ou nos estabelecimentos comerciais, aguardando sua descarga nos caminhões coletores compactadores, providos ou não de dispositivos de basculamento mecânico, visando reduzir o esforço humano para içá-los até a boca de alimentação de lixo do carro.

Figura 3.3 – Equipamentos utilizados para a coleta e transporte de Resíduos Sólidos Públicos.



Fonte: Monteiro et al. (2001)

3.2.1.2 Limpeza de logradouros públicos

O serviço de limpeza de logradouros públicos tem por objetivo evitar problemas sanitários para a comunidade; interferências perigosas no trânsito de veículos; riscos de acidentes para pedestres; prejuízos ao turismo; inundações das ruas pelo entupimento dos ralos.

Para Monteiro, (2001) a importância da limpeza dos logradouros públicos é definida pelos aspectos sanitários, estéticos e de segurança, no qual serão descritos a seguir:

A) Aspectos sanitários

A prevenção de doenças resultantes da proliferação de vetores em depósitos de lixo nas ruas ou em terrenos baldios e a ausência de poeira em contato com os olhos, ouvidos, nariz e garganta da população, são os principais motivos sanitários para que as ruas sejam mantidas limpas.

B) Aspectos estéticos

A limpeza das ruas é de interesse comunitário e deve ser tratada priorizando o aspecto coletivo em relação ao individual, respeitando os anseios da maioria dos cidadãos. Uma cidade limpa instila orgulho a seus habitantes, melhora a aparência da comunidade, ajuda a atrair novos residentes e turistas, valoriza os imóveis e movimentam os negócios. A **Figura 3.4** demonstra a diferença de um logradouro sujo para um considerado limpo.

C) Aspectos de segurança

É importante manter as ruas limpas também por razões de segurança, retirando galhadas, objetos cortantes, poeira, terra, folhas e capim seco. A retirada destes resíduos previne danos a veículos e acidentes com pedestres, promove a segurança do tráfego, pois alguns destes resíduos podem causar derrapagens de veículos e afasta problemas com alagamento nas vias, evitando o entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais.

Os tipos de resíduos encontrados em logradouros públicos são partículas resultantes da abrasão da pavimentação, borracha de pneus, resíduos de pastilhas e lonas de freios, grãos de areia e terra trazidas por veículos ou provenientes de terrenos ou encostas, folhas e galhos de árvores, mato e ervas daninhas, papéis, plásticos, jornais, embalagens, lixo domiciliar (geralmente em pequenas quantidades, principalmente em alguns terrenos baldios e em áreas próximas a favelas), dejetos de cães e de outros animais (também em pequena quantidade) e partículas resultantes da poluição atmosférica.

Figura 3.4 – Diferença de logradouro público “sujo para um limpo”.



Fonte: Monteiro et al. (2001).

Para Barros (1999), entende-se como varrição ou varredura o conjunto das atividades necessárias para reunir, acondicionar e remover os resíduos sólidos lançados por causas naturais ou pela ação humana nas vias e logradouros públicos. Essas atividades são realizadas com o uso combinado de ferramentas manuais e equipamentos mecânicos. De toda forma, entretanto, deverão abranger a retirada de quaisquer resíduos sólidos que se encontrarem sobre as calçadas, no mínimo em uma faixa com largura de 1,50m, e ao longo das sarjetas das vias públicas.

Segundo Monteiro (2001), quando não é efetuada varrição regular, ou quando chuvas carregam detritos para logradouros, as sarjetas acumulam terra, onde em geral crescem mato e ervas daninha. Tornam-se necessários, então, serviços de capina do mato e de raspagem da terra das sarjetas, para restabelecer as condições de drenagem e evitar o mau aspecto das vias públicas.

3.2.1.3 Aterro Sanitário

Para a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB, 2011), 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 resíduo no menor espaço prático possível, causando o menor dano ao meio ambiente ou à saúde pública. Essa técnica consiste basicamente na compactação dos resíduos no solo, na forma de camadas que são periodicamente cobertas com terra ou outro material inerte. Ainda que sendo, o método sanitário mais simples de destinação final de resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário exige cuidados especiais e técnicas específicas a serem seguidas, desde a seleção e preparo da área até sua operação e monitoramento de atividades.

Para Castilhos Junior (2003), o método de aterro sanitário tem como princípio a estocagem dos resíduos sólidos no solo. Os resíduos sólidos urbanos acumulados de maneira contínua em aterros não são, com tudo, inativos. Esta mistura de uma grande variedade química, sob a influência de agentes naturais (chuva e microorganismos), é objeto de evolução complexa, constituída pela superposição de mecanismos físicos, químicos e biológicos. Além da dissolução dos elementos minerais e do carreamento pela água de percolação das finas partículas do mineral e do material solúvel, o principal fator que contribui na degradação dos resíduos é a bioconversão da matéria orgânica em formas solúveis e gasosas. O conjunto destes fenômenos conduz a geração de metabolitos gasosos e ao carreamento pela água de

moléculas muito diversas. Assim, desses dois processos originam-se subprodutos poluentes oriundos dos aterros sanitários: o biogás e os líquidos lixiviados.

No Brasil segundo Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os vazadouros a céu aberto, conhecidos como “lixões”, ainda são o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros, mas esse quadro teve uma mudança significativa nos últimos 20 anos: em 1989, eles representavam o destino final de resíduos sólidos em 88,2% dos municípios. As regiões Nordeste (89,3%) e Norte (85,5%) registraram as maiores proporções de municípios que destinavam seus resíduos aos lixões, enquanto as regiões Sul (15,8%) e Sudeste (18,7%) apresentaram os menores percentuais.

Paralelamente, houve uma expansão no destino dos resíduos para os aterros sanitários. Solução mais adequada, que passou de 17,3% dos municípios, em 2000, para 27,7%, em 2008. A **Figura 3.5** mostra a vista aérea da Central de Gerenciamento de Resíduos de Tijuquinhas, localizada na cidade de Biguaçu, em Santa Catarina. Tal Central é considerada umas das mais modernas do Brasil.

Segunda dados da Fundação de Meio Ambiente do Estado (FEAM, 2011) em Minas Gerais, dos 853 municípios, existem 17 aterros sanitários, que atendem a 31 municípios, e 54 usinas de triagem e compostagem, que atendem a 56 municípios, devidamente licenciados pelo Copam. Juntos, esses sistemas beneficiam cerca de 5,6 milhões de habitantes do Estado com tratamento e disposição adequados de resíduos sólidos urbanos.

Figura 3.5 – Vista aérea da Central de Gerenciamento de Resíduos de Biguaçu/SC.



Fonte: www.proactiva.com.br, acesso em 2011.

Lima (2006) enumera as seguintes vantagens dos aterros sanitários em relação aos outros métodos de tratamento de resíduos como incineração e compostagem:

- Baixo custo de operação;
- Capacidade de absorção diária de grande quantidade de resíduos;
- Condições especiais para a decomposição biológica da matéria orgânica presente nos resíduos;
- Limitação da procriação de vetores prejudiciais ao homem;
- Limitação da ação dos catadores de resíduos;
- Possibilidade de recuperação de áreas degradadas e de baixo valor comercial para fins de lazer e recreação;
- Não-requerimento de pessoal operacional altamente qualificado;
- Aceitação de todo o tipo de resíduo, exceto os resíduos classificados como perigosos;
- Possibilidade de recuperação de biogás.

Porém, o mesmo autor supracitado aponta as seguintes desvantagens dos aterros sanitários:

- Possibilidade de poluição das águas superficiais e lençóis subterrâneos pela ação dos lixiviados;
- Geração de gases nocivos e de odor desagradável;
- Disponibilidade de grandes áreas próximas a centros urbanos;
- Disponibilidade de cobertura diária;
- Condições climáticas intervenientes na operação durante todo o ano;
- Escassez de recursos humanos habilitados em gerenciamento de aterros.

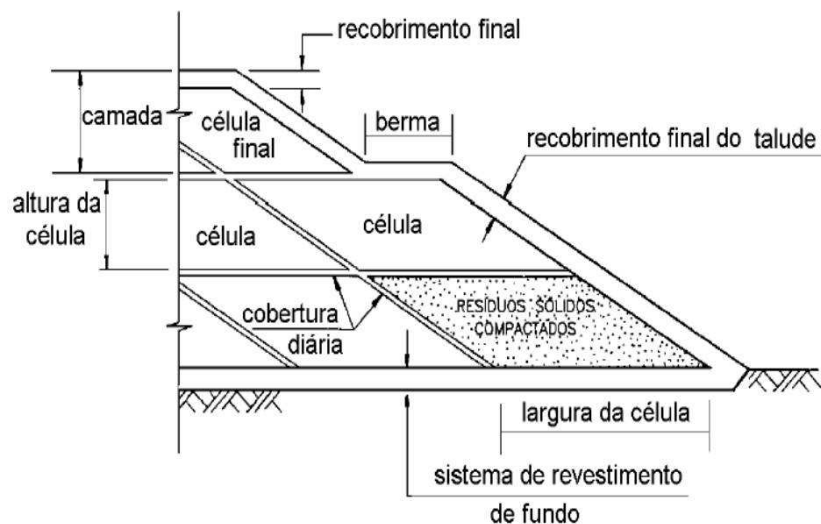
Segundo Lima (2006), aterro sanitário é a opção preferencial e mais utilizada no tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Porém, sua utilização produz impactos negativos no meio ambiente por meio de seus subprodutos, lixiviados e biogás, oriundos da decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos. Mesmo que, no futuro, outros métodos de tratamento de resíduos (incineração, compostagem, reciclagem, etc.) ganhem mais espaço no cenário mundial, estes não eliminaram a necessidade dos aterros, já que geram rejeitos que demandam uma destinação final.

A) Projeto, implantação, operação e monitoramento de aterros de resíduos sólidos urbanos (RSU)

Um aterro para a disposição final de RSU deve ser considerado uma obra de engenharia. A **Figura 3.6** demonstra um típico projeto de implantação de aterro sanitário com detalhe de uma célula de aterramento.

Por isso é importante passar por todas as etapas necessárias, incluindo um planejamento que leve a um projeto adequado, facilitando a implantação, otimizando a operação do mesmo. Deve contar ainda com um sistema de monitoramento, que avalie a contaminação da área do entorno e eventuais deslizamentos da massa de resíduos.

Figura 3.6 – Detalhe de uma célula de aterramento.



Fonte: Castilhos Junior et al. (2003)

B) Estudos Preliminares

Segundo Castilhos Junior (2003), aterros sanitários, apesar de serem obras de pequeno porte, não deixam de ser um projeto de engenharia. Assim, um bom planejamento de todas as etapas iniciais se faz necessário. Os estudos preliminares englobam as etapas de levantamento de dados gerais, pré-seleção de áreas viáveis para a implantação, escolha da área e elaboração de um anteprojeto básico. As etapas citadas são interdependentes, pois os dados levantados fornecem subsídios para a escolha da área e esta não pode ser dissociada do projeto do aterro.

A coleta de informações para esta fase deve ser feita em escala regional, principalmente de forma qualitativa. Os dados se originam de informações já existentes na prefeitura, IBGE e

outras instituições afins e tem por objetivo fornecer subsídios para a escolha da área e projeto do aterro. As informações levantadas incluem uma descrição geral do município e a caracterização do sistema de limpeza urbana e dos resíduos gerados.

C) Seleção da área

Segundo Castilhos Junior (2003), esta etapa está contida nos estudos preliminares para a elaboração do projeto de um aterro, uma vez que as decisões assumidas nesta etapa influenciarão diversas outras fases tanto do projeto quanto das etapas de implantação e operação.

Para Monteiro (2001), a escolha de um local para a implantação de um aterro sanitário não é tarefa simples. O alto grau de urbanização das cidades, associado a uma ocupação intensiva do solo, restringe a disponibilidade de áreas próximas aos locais de geração de lixo e com as dimensões requeridas para se implantar um aterro sanitário que atenda às necessidades dos municípios. Além desse aspecto, há que se levar em consideração outros fatores, como os parâmetros técnicos das normas e diretrizes federais, estaduais e municipais. Os aspectos legais das três instâncias governamentais, planos diretores dos municípios envolvidos, pólo de desenvolvimento local e regional, distâncias de transportes, vias de acesso e os aspectos político-sociais relacionados com a aceitação do empreendimento pelos políticos, pela mídia e pela comunidade.

Para Barros (1999), a escolha do local para a implantação de um aterro deve atender o planejamento do desenvolvimento econômico-social e urbano da região (explicitado num Plano Diretor), às diretrizes fixadas para o uso e ocupação do solo, a proteção da saúde pública e a defesa do meio ambiente. Normalmente se analisam algumas alternativas de locação, e ponderam-se as vantagens das áreas estudadas. Face à complexidade e aos custos crescentes destas atividades, há a possibilidade de que as prefeituras comecem a negociar a figura do consórcio, em que é adotada uma área comum a dois ou mais municípios. Assim rateiem-se os custos de implantação e de operação. E as dificuldades de implantação são mais de ordem política e administrativa do que técnica.

Segundo Monteiro (2001), a estratégia a ser adotada para a seleção da área do novo aterro consiste nos seguintes passos:

- Seleção preliminar das áreas disponíveis no Município;
- Estabelecimento do conjunto de critérios de seleção;
- Definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos;
- Análise crítica de cada uma das áreas levantadas frente aos critérios estabelecidos e priorizados, selecionando-se aquela que atenda à maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

Com a adoção dessa estratégia, minimiza-se a quantidade de medidas corretivas a serem implementadas para adequar a área às exigências da legislação ambiental vigente, reduzindo-se ao máximo os gastos com o investimento inicial.

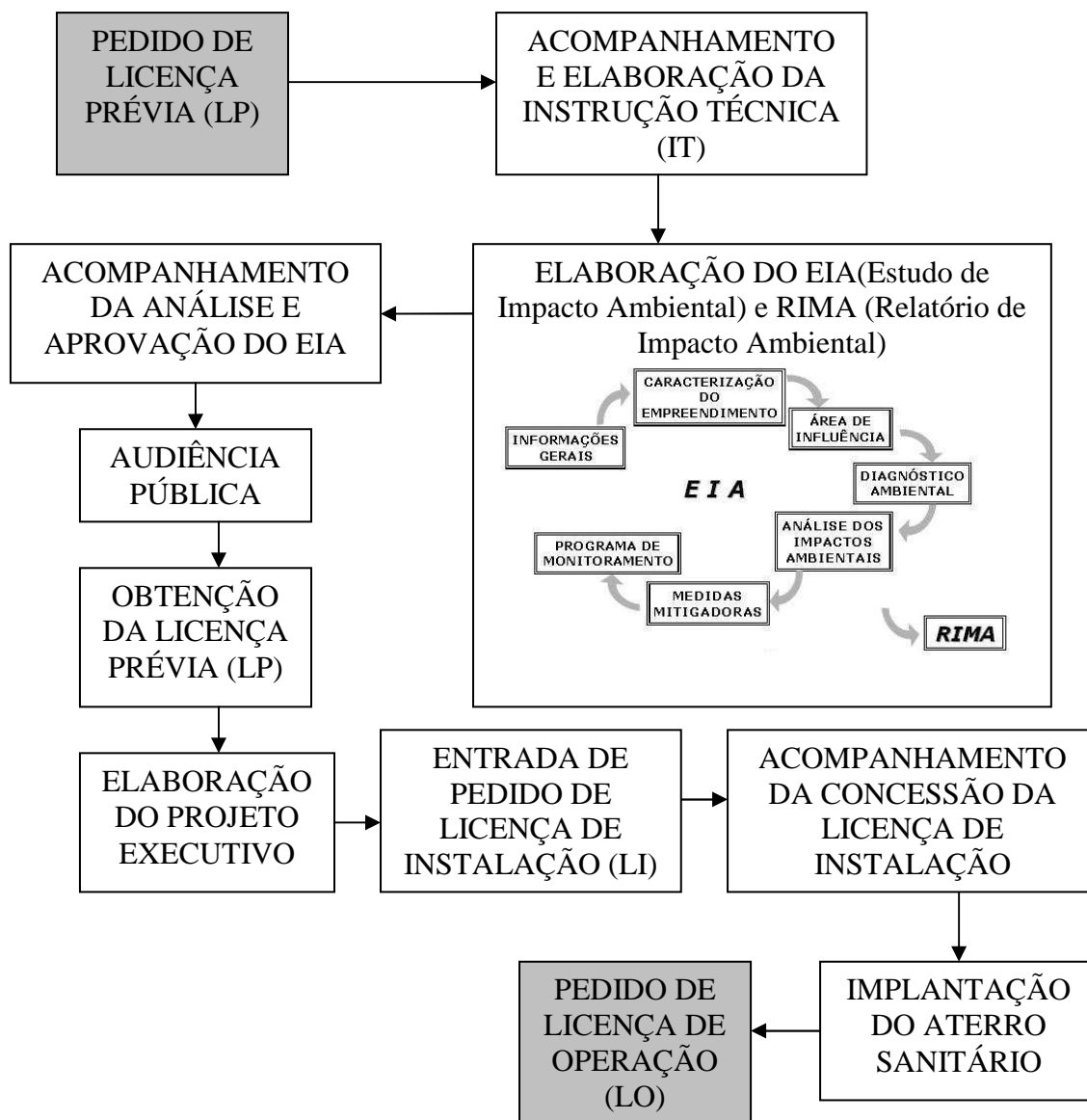
Para Barros (1999), os aspectos a serem considerados na seleção de uma área são:

- Grau de urbanização e compatibilidade com a vizinhança;
- Valor comercial do terreno;
- Distância do(s) ponto(s) gerador(es) de resíduos;
- Condições de acesso;
- Caracterização hidrogeológica e potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas;
- Localização quanto a mananciais de abastecimento de água.

D) Licenciamento

Segundo Monteiro et al. (2001), os trâmites para licenciamento da área do aterro devem iniciar-se tão logo seja assinado o contrato para execução dos serviços. A **Figura 3.7**, apresenta o fluxograma de licenciamento ambiental de uma área destinada a implantação de aterro sanitário.

Figura 3.7 – Fluxograma de licenciamento ambiental de área destinada a implantação de aterro sanitário.



Fonte: Adaptado de Monteiro, (2001).

E) Projeto Executivo

Segundo Monteiro (2001), o projeto executivo do aterro sanitário deve ser desenvolvido tendo como objetivo maximizar a vida útil da área disponível, assegurando, no mínimo, um período de atividade de cinco anos. O prazo estimado para elaboração do projeto executivo é de aproximadamente 90 dias, devendo atender integralmente às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – e da legislação ambiental em vigor.

De acordo com Castilhos Junior (2003), o projeto de um aterro sanitário deverá ser elaborado em duas partes – projeto básico e projeto executivo. O projeto básico deverá ser acompanhado de um relatório de controle ambiental (RCA) cuja aprovação pelos órgãos de controle ambiental estadual ou municipal. Conforme o porte do aterro o RCA é essencial para a concessão de licença previa para desenvolvimento do projeto executivo. Este, por sua vez, deverá ser acompanhado de um Plano de Controle Ambiental (PCA), no qual fiquem claramente definidos os impactos ambientais – positivos e negativos – decorrentes da implantação e operação da obra projetada.

Castilhos Junior, (2003) ressalta ainda que a elaboração do projeto deve considerar o sistema de operação do aterro, drenagem das águas pluviais, impermeabilização da base do aterro, cobertura final, drenagem de líquidos percolados, drenagem de biogás, análise de estabilidade dos maciços de terra e resíduo, sistema de monitoramento e fechamento do aterro.

Para Monteiro (2001), o projeto executivo de um aterro sanitário, quando contratado com terceiros, deve ser desenvolvido em estreita consonância com a equipe técnica do órgão responsável pela limpeza urbana, de modo a ter sua aprovação imediata logo após ser apresentado. Só depois de aprovado pela equipe gestora dos serviços de limpeza urbana é que o projeto do aterro deve ser submetido aos demais órgãos competentes. Após a aprovação do projeto executivo, é fundamental que o mesmo seja apresentado à comunidade, através de linguagem simples e direta e com os melhores recursos audiovisuais. Esclarecendo-se a população sobre o que é um aterro sanitário, quais as medidas de proteção e controle de poluição que serão tomadas e quais os benefícios que serão alcançados com a destinação adequada do lixo. Assim, serão evitados problemas futuros, nas fases de implantação e operação do aterro sanitário.

F) Implantação

De acordo com Monteiro (2001), de posse do projeto aprovado e da licença de instalação, iniciam-se as obras de implantação do aterro, através do cercamento, limpeza e raspagem do terreno e a construção da fundação da balança de controle e pesagem dos caminhões que realizarão o descarte de resíduos.

Os serviços devem ser executados observando-se as especificações técnicas e demais condições contidas no projeto executivo, bem como as orientações das normas técnicas da ABNT, do Ministério do Trabalho, do órgão de controle ambiental e da legislação ambiental

em vigor, assim como as normas e padrões estabelecidos pelas concessionárias de serviços públicos (água, energia elétrica, telefonia, combate a incêndio e outros). A **Figura 3.8** mostra o corte da seção de um aterro sanitário que demonstra os principais setores da célula de um aterro como os setores de drenagem, serviços de construção civil, poços de monitoramento de gás e chorume entre outros.

Para aterros de porte médio ou grande, a seqüência de construção deve ser:

- Cercamento da área
- Serviços de limpeza da área
- Serviços de terraplanagem
- Serviços de montagem eletromecânica
- Estradas de acesso e de serviço
- Serviços de impermeabilização
- Serviços de drenagem
- Drenagem de chorume
- Serviços de construção civil
- Execução dos poços de monitoramento ambiental
- Serviços complementares
- Suprimento de materiais e equipamentos

Figura 3.8 – Corte da seção de um aterro sanitário.



Fonte: CONDER, 2011.

G) Operação

Para Castilhos Junior (2003), uma vez concluídas as obras de implantação e obtida a licença de operação, podendo dar início efetivo ao recebimento das cargas de resíduo no aterro, que deverá obedecer a um plano operacional previamente elaborado. Esse plano deve ser simples, contemplando todas as atividades operacionais rotineiras em um aterro e garantindo operação segura e ininterrupta.

A escolha e o dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados no aterro dependem de seu porte e de outras variáveis, tais como a quantidade e tipologia dos resíduos, o volume e a distância das jazidas de material de cobertura, o grau de compactação indicado no projeto e etc. Utilizam-se normalmente a retroescavadeira e o caminhão basculante para o transporte de material retirado das trincheiras. São utilizados equipamentos manuais para a compactação e espalhamento do resíduo em razão da pequena disponibilidade de recursos financeiros e de mão-de-obra especializada.

De acordo com Monteiro (2001), o aterro normalmente é dividido em níveis, cada um com lotes de dimensões variadas, que são subdivididos em células dimensionadas para aproximadamente 20 dias de operação. Na escolha do método construtivo do aterro há três fatores a considerar: relevo, tipo de solo e profundidade do lençol freático.

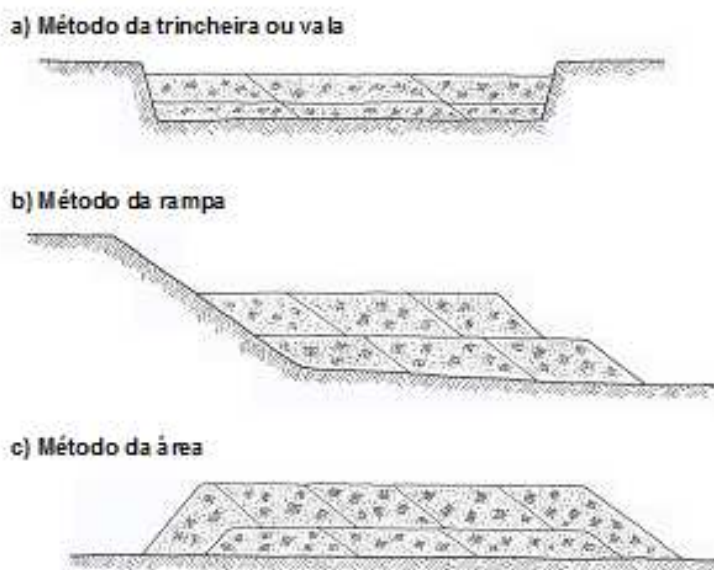
Monteiro (2001) aponta ainda três métodos construtivos usuais e a **Figura 3.9** caracteriza tais métodos.

Método da Trincheira – É a técnica mais apropriada para terrenos que sejam planos ou pouco inclinados, e onde o lençol freático esteja situado a uma profundidade maior em relação à superfície.

Método da Rampa – Indicado quando a área a ser aterrada é plana, seca e com um tipo de solo adequado para servir de cobertura. A permeabilidade do solo e a profundidade do lençol freático confirmarão ou não o uso desta técnica.

Método da Área – É uma técnica adequada para zonas baixas, onde dificilmente o solo local pode ser utilizado como cobertura. Será necessário retirar o material de jazidas que, para economia de transporte, devem estar localizadas o mais próxima possível do local a ser aterrado. No mais, os procedimentos são idênticos ao método da rampa.

Figura 3.9 - Três métodos mais comumente utilizados para o procedimento de aterramento de RSU.



Fonte: Monteiro (2001).

Segundo Castilhos Junior (2003), a equipe de trabalho do aterro deve receber treinamento adequado para garantir uma operação adequada e também que sejam cumpridas as determinações do projeto. Todo pessoal deve portar equipamentos de segurança individual adequados, incluindo macacão, máscara, luva e botina, além de serem vacinados contra hepatite A, B e tétano.

H) Monitoramento

Segundo Monteiro (2001), o monitoramento das massas d'água do entorno do aterro deve começar antes do início da operação, com a coleta e análise de amostras dos corpos d'água próximos, inclusive do lençol freático, para se avaliar a qualidade atual dos mesmos e poder efetuar comparações futuras. O segundo instante do monitoramento ambiental se dá a partir do momento em que se começa a coletar o chorume para tratamento. A frequência de amostragem, assim como os parâmetros a serem analisados devem ser estabelecidos em comum acordo com o órgão de controle ambiental.

Para Barros (1999) o objetivo do monitoramento do aterro é o de avaliar seu impacto sobre o meio ambiente. Neste sentido, são monitorados os recursos naturais mais vulneráveis as agressões ocasionadas pelos líquidos percolados: os mananciais de águas superficiais e

subterrâneas. O monitoramento das águas superficiais consiste na avaliação das alterações causadas pelo aterro nos corpos de água da região, tomando amostras a montante e a jusante da obra e estabelecendo-se comparações entre as características das mesmas.

Barros (1999) ressalta ainda, que o monitoramento das águas subterrâneas visa avaliar, através de métodos diretos e/ou indiretos, a influência do aterro nesses mananciais. Deste método faz parte a perfuração de poços em pontos estratégicos do terreno de modo a cercar a área de influencia do aterro. Para os líquidos devem ser feitas análises físico-químicas. Para a fração sólida são feitas análises de solubilização, de lixiviação, da série de metais, dos teores de umidade e de sólidos voláteis. Finalmente, com relação aos gases produzidos, é preciso conhecer sua composição em termos de metano, água, gás carbônico e nitrogênio gasoso. Em todos os casos coletam-se amostras em pontos estratégicos do aterro, com uma frequência conveniente.

3.3 A importância do envolvimento da população de um município para sistema de gestão de RSU.

Segundo Jacobi e Besen (2011), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305, de 2010, regulamentada por meio do Decreto n. 7.404, de 2010, que após vinte anos de tramitação no Congresso Nacional estabeleceu um novo marco regulatório para o país. A PNRS fortalece os princípios da gestão integrada e sustentável de resíduos. Propõe medidas de incentivo à formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada com vistas a ampliar a capacidade de gestão das administrações municipais, por meio de ganhos de escala e redução de custos no caso de compartilhamento de sistemas de coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos.

Jacobi e Besen (2011) avaliam ainda que no aspecto de sustentabilidade socioambiental urbana, a PNRS cria mecanismos de inserção de organizações de catadores nos sistemas municipais de coleta seletiva e possibilita o fortalecimento das redes de organizações de catadores e a criação de centrais de estocagem e comercialização regionais.

Conforme estudo publicado por Jacobi e Besen (2011), no Brasil o atendimento da população pelos serviços de coleta de resíduos domiciliares na zona urbana está próximo da universalização. Observa-se a expansão de 79%, no ano 2000, para 97,8% em 2008 (IBGE, 2010). A coleta dos resíduos sólidos urbanos está cada vez mais privatizada, e o número de empresas filiadas à Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) passou de 45, em 2000, para 92, em 2009. Que coletaram cerca de

183.000 toneladas de lixo diariamente em 2009. A média de geração de resíduos sólidos urbanos no país, segundo projeções da Abrelpe (2009), varia de 1 a 1,15 kg por hab./dia, padrão próximo aos dos países da União Européia, cuja média é de 1,2 kg por habitante/dia. Para a Abrelpe, enquanto o crescimento populacional foi de apenas 1% entre os anos de 2008 e 2009, a geração per capita apresentou um aumento real de 6,6% na quantidade de resíduos domiciliares gerados. O país gerou mais de 57 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2009, crescimento de 7,7% em relação ao volume do ano anterior.

Segundo o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), é preocupante o índice de apenas 2,4% dos resíduos sólidos produzidos, de todos os tipos, serem reciclados no Brasil. Essa média chega a 50% em alguns países de Primeiro Mundo, como no Japão. Em Belo Horizonte, Minas Gerais, 95% da população é beneficiada com a coleta de RSU “porta a porta”. No qual são efetuadas três vezes por semana por 127 caminhões compactadores e em 219 itinerários diferentes.

Neste sentido é importante que os municípios realizem campanhas de sensibilização da população visando a redução da geração de RSU`s nas residências. E que práticas como: reutilização de produtos, utilização de bens duráveis, reciclagem de materiais descartáveis sejam estimuladas nas comunidades envolvendo associações de bairro, escolas públicas e privadas, comércio e empresas dos municípios.

\

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de gestão de limpeza urbana do município de Betim, localizado no Estado de Minas Gerais, foi escolhido para a realização desta pesquisa. A cidade de Betim conforme demonstra a **Figura 4.1**, está localizada na região metropolitana do estado, a 30 km da capital mineira, Belo Horizonte. Segundo o IBGE (2010), sua população é de 378.089 habitantes, que habitam uma área territorial de 342.846 Km². E o número de domicílios recenseados no censo, foi de 124.985.

Figura 4.1 – Mapa da localização do Município de Betim (MG)



Fonte: www.google.com.br/mapas, junho de 2011.

Para obter informações sobre as características dos serviços de limpeza urbana do município de Betim, com a descrição dos equipamentos utilizados e das equipes de trabalho para a coleta e o transporte de RSU foram realizadas entrevistas com os gestores da Divisão de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Betim.

Tais entrevistas foram realizadas no Centro Administrativo de Betim, em dias e horários marcados entre os meses de março e junho de 2011, com o Supervisor da Divisão, o Sr. Álvaro Luiz Rodrigues de Oliveira, juntamente com outros 2 coordenadores, os Srs. Leonardo Rodrigues e Hugo Lana.

Com o objetivo de tornar as entrevistas mais dinâmicas foram elaboradas perguntas baseadas na revisão de literatura apresentada no capítulo 3 deste trabalho. Desta forma foi possível ter informações exatas de como é o funcionamento e as rotinas de trabalho da Divisão de Limpeza Urbana do município de Betim. Ou seja, como tal divisão fiscaliza os serviços executados de coleta e transporte de RSU, varrição, capina e roçada dos logradouros públicos. E realiza o monitoramento da disposição final dos RSU gerados no município.

E para conhecer o tratamento e a destinação final de RSU foram realizadas visitas técnicas a CTRS Betim (Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Betim), nos meses de março e junho de 2011. Tais visitas foram agendadas com o Supervisor da Central, o Sr. Leonardo Brant, que apresentou todas as instalações do aterro e os principais dados sobre da CTRS.

Para referenciar este trabalho foi realizado entre os meses de janeiro e junho de 2011 uma revisão de literatura de artigos científicos e livros publicados no qual a temática principal eram as diversas formas de gestão de resíduos sólidos urbanos em uma cidade. Foram encontrados nesta revisão documentos antigos e atualizados que comprovavam como a gestão de RSU vem evoluindo e se aprimorando visando torná-la cada vez mais eficiente.

Com este levantamento bibliográfico foi possível comparar e analisar os mecanismos de gestão de RSU utilizados pelos gestores de limpeza urbana da Prefeitura de Betim com os recomendados pelos diversos autores, no qual em sua grande maioria retratam estudos práticos realizados em municípios de diferentes características.

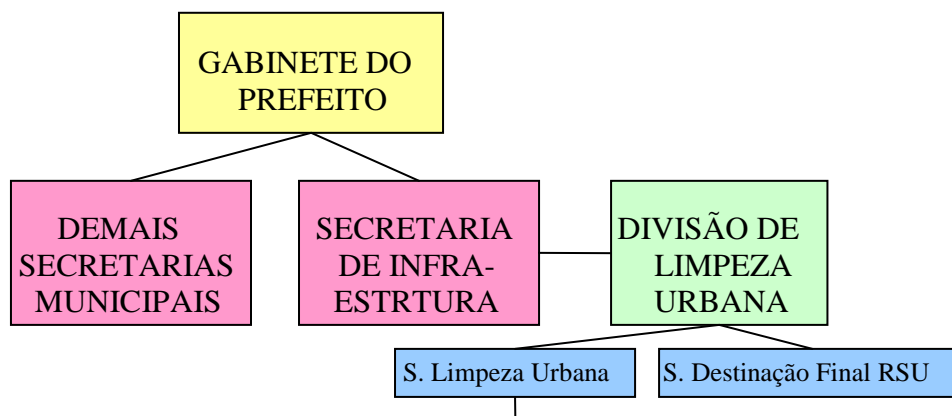
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados das pesquisas realizadas no município de Betim sobre os mecanismos de gestão e os processos utilizados pela Prefeitura Municipal de Betim para o gerenciamento dos RSUs produzidos no município. Posteriormente, adentra-se no objetivo principal deste trabalho que é analisar o sistema de gestão de RSU junto ao órgão responsável pela limpeza urbana do município (Secretaria Municipal de Infra-Estrutura). Propondo ações que possam contribuir para correções de possíveis falhas apresentadas pelo sistema de gestão utilizado pelo município. E possa gerar ainda, mais desenvolvimento sustentável e qualidade de vida aos munícipes de Betim.

5.1 *Descritivo do sistema de limpeza urbana do município de Betim/MG*

O sistema de gestão de limpeza urbana de Betim é gerenciado pela Prefeitura Municipal, tendo como unidade gestora a Secretaria Municipal de Infra-Estrutura. No organograma desta secretaria, **Figura 5.1**, existe a DLU (Divisão de Limpeza Urbana) que é subdividida pelas seções de: Limpeza Urbana e Destinação Final de Resíduos.

Figura 5.1 – Organograma da Divisão de Limpeza Urbana, da Prefeitura Municipal de Betim.



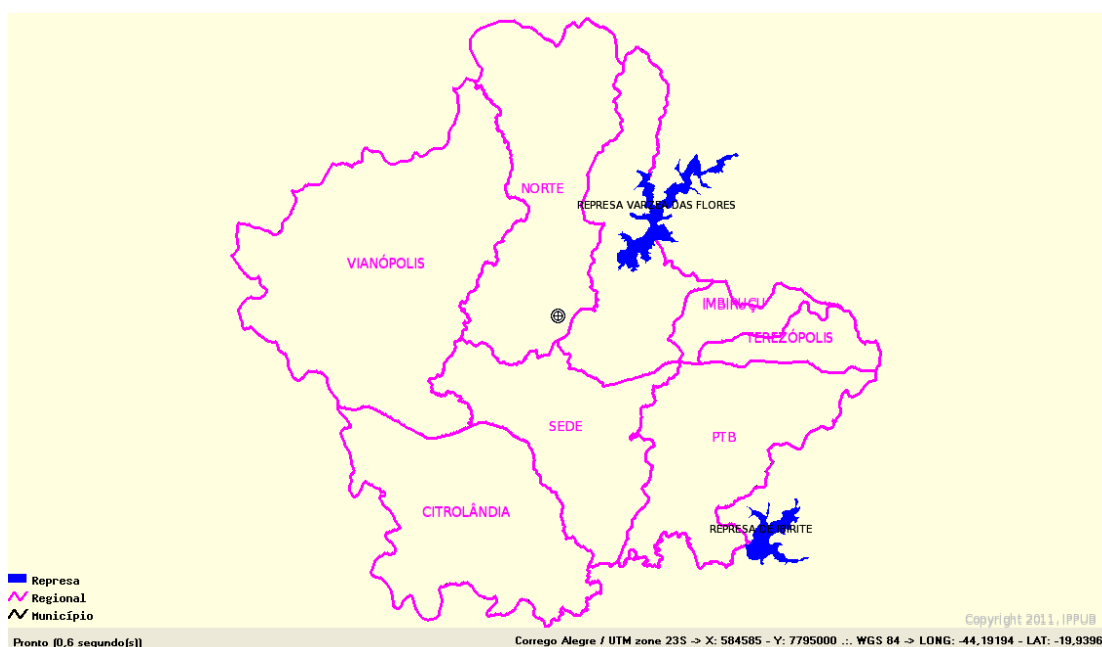
Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

A DLU (Divisão de Limpeza Urbana) da Prefeitura de Betim é composta por 21 funcionários contratados pela Prefeitura. A formação acadêmica destes profissionais é bastante variada, sendo ela composta de arquiteto, engenheiro, gestores ambientais, técnicos administrativos e profissionais de nível médio e elementar.

A execução de tais serviços de limpeza urbana é realizada por uma empresa terceirizada pela Prefeitura de Betim, a VIASOLO Engenharia Ambiental S.A. Tal empresa possui um contrato de prestação de serviço assinado com a Prefeitura desde 2007, tendo sua vigência de 4 anos. A empresa VIASOLO possui 500 funcionários na unidade Betim, sendo a formação acadêmica destes profissionais constituída por engenheiros, biólogos, gestores ambientais, técnicos de meio ambiente e segurança do trabalho e profissionais de nível médio e elementar.

Conforme mostra a **Figura 5.2**, a Prefeitura de Betim divide seu território em 8 regionais administrativas. Tais regiões possuem características diferenciadas por suas indústrias, comércios e densidade demográfica, o que exige da DLU implantar seus serviços de maneira específica para cada região.

Figura 5.2 – Mapa de Betim, dividido pelas Regionais Administrativas.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

O custeio dos serviços de limpeza urbana do município de Betim é realizado pela Prefeitura de Betim. Este custo está previsto no orçamento municipal para 2011 no valor de 36 milhões. Tal valor per capita pelos munícipes de Betim é de R\$ 95,21 (noventa e cinco reais e vinte um centavos). Os serviços de limpeza urbana custeados são: varrição, capina, roçada, coleta de RSU domiciliar e de serviços de saúde, disposição final dos resíduos em aterro localizado no próprio município de Betim.

5.1.1 Coleta e transporte de RSU do município de Betim

A coleta de resíduos sólidos domésticos ou domiciliares de Betim é dividida em coleta de resíduos secos (papel, vidro, metal, plástico, latas de alumínio, papelão, sacos e embalagens) e resíduos úmidos (restos de comida, guardanapo com gordura, folhas, cascas de vegetais entre outros). Segundo dados de junho de 2011 a quantidade de resíduos coletados diariamente é em média 250 toneladas, tendo como média mensal 6.000 toneladas mês.

Para a coleta de resíduos úmidos a frota de veículos utilizados é de 13 caminhões compactadores e 4 caminhões carroceria $\frac{3}{4}$ para coleta rural e suporte em alguns casos da coleta urbana. As guarnições são compostas por 1 motorista e 4 coletores, sendo um total de 80 coletores para a execução de todo o serviço de coleta de resíduos úmidos no município, que percorre 31 diferentes itinerários diariamente. A **Figura 5.3** mostra um caminhão compactador e sua guarnição em atividade de coleta de resíduos pelo município de Betim.

A coleta de resíduos secos atinge hoje 50% do município. A frota de veículos utilizados é de 5 caminhões (sendo dois baús e três de caçamba aberta), a **Figura 5.4** mostra um dos veículos da coleta de resíduos secos. As guarnições são compostas por 1 motorista e 2 coletores. A quantidade de resíduos recicláveis coletados mensalmente é em média 110 toneladas, que são direcionados para a ASCAPEL (Associação dos Catadores de Papel, Papelão e materiais reaproveitáveis de Betim). A ASCAPEL conta com 45 associados e realiza a triagem de todos os recicláveis coletados em Betim, sendo os rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Betim.

Figura 5.3 – Caminhão compactador e guarnição de coleta de resíduos úmidos.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Figura 5.4 – Caminhão da coleta de resíduos secos do município de Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

A coleta de RSU em Betim é realizada em 95% das residências do município, sendo possível em 90% das residências a coleta “porta a porta”. Dos outros 5%, situados em becos, vilas, áreas de encostas e na zona rural do município, os coletores recolhem e depositam em pontos estratégicos ou em lixeiras coletivas que facilitam a coleta pelo caminhão compactador. Os 5% não atendidos são em locais intransitáveis que não permitem o tráfego de caminhões nem mesmo a retirada do lixo por meio de agentes coletores.

O serviço de coleta de resíduos úmidos no município de Betim é prestado em dois turnos, entre os horários de 7h às 15h e 17h às 2h. Sendo diariamente em alguns bairros da região central e no bairro Teresópolis. Pois estes bairros apresentam um maior volume de comércio e residências. Nos demais bairros a coleta acontece em dias alternados, sendo 3^a, 5^a e sábado ou 2^a, 4^a e 6^a.

A coleta de resíduos secos acontece no período diurno, entre os horários de 7h às 16h. Nos bairros atendidos com a coleta seletiva os dias de coleta de resíduos secos são alternados com os dias de coleta de resíduos úmidos. A **Figura 5.5**, demonstra o material de divulgação que a DLU divulga para a população os dias e horários de coleta de resíduos secos e úmidos no município de Betim.

Figura 5.5 – Material de divulgação do dias e horários de coleta de RSU domiciliar em Betim.

ALTERAÇÕES NO HORARIO DE COLETA DE RESIDUOS DOMICILIARES POR REGIONAIS		
	BAIRROS	NOVO HORÁRIO
REGIONAL CENTRO	BANDEIRINHAS	SEG, QUA, SEX 18H A 02:00
	CASA BRANCA	
	CIDADE VERDE	
	RIVIERA	
	JARDIM PRIMAVERA	
	CHACARAS ARAPUA	
	CHACARAS REUNIDAS GUARACIABA	
	CENTRO	DIÁRIO 18H A 02H
	NOSSA SENHORA DO CARMO	
	BRASILEIA	
	MORADA DO TREVO	TER, QUI, SAB - 18H A 02H
	JARDIM DA CIDADE	SEG, QUA, SEX 07H A 15H
	INGÁ ALTO	
	TEXEIRINHA	SEG, QUA, SEX 18H A 02H
	HORTO	
	JARDIM IARA	
	ANGOLA	
	GUARUJÁ	
	VILA AMARAL	
	SALOME	
	FILADELFIA	SEG, QUA, SEX 18H A 02H
	CHACARA	
	VILA TRIANGULO	
	VILA TANGARÁ	
	VILA RECREIO	
	GRANJA POUSO ALTO	
	VILA CASTANHEIRA	
	MARAJÓARA / OLHOS D'ÁGUA	SEG, QUA, SEX 18H A 02H
SANTA INÊS		
DECAMÃO		
NOVO GUARUJÁ		
RECANTO VERDE		
PEDREIRA		
CACHOEIRA		
PETROPOLIS	TER, QUI, SAB 07H A 15H20	
SÃO JOÃO		

Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

A DLU do município de Betim se encarrega da coleta, do transporte e tratamento de 100% dos RSS (resíduos dos serviços de saúde), gerados nos estabelecimentos de saúde públicos e privados da cidade. Para a coleta dos resíduos em estabelecimentos particulares o estabelecimento deve entrar em contato com a secretaria de meio ambiente, no setor de licenciamento ambiental e solicitar a LAS – licença ambiental simplificada, após emissão da licença a Divisão envia para a empresa prestadora de serviços a autorização para coleta do resíduo e inclusão no roteiro de coleta definitiva.

A coleta de RSS é realizada por 1 caminhão baú especializado, conforme demonstra a **Figura 5.6**. Para este trabalho são envolvidos 2 profissionais sendo: 1 motorista e 1 coletor. A quantidade de resíduo coletado é de aproximadamente 50 toneladas/mês, provenientes de 200 estabelecimentos geradores de RSS. O resíduo de saúde do município de Betim é tratado por autoclavagem, e depois de descaracterizado, aterrado em aterro sanitário.

No município de Betim a Prefeitura não repassa esse o custo da coleta e tratamento do RSS aos estabelecimentos ficando a cargo da mesma custear o valor de R\$ 140.000,00 (cento e quarenta mil reais) mensais.

Figura 5.6 – Caminhão baú especializado para a coleta e transporte de resíduos dos serviços de saúde.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Sobre os resíduos industriais gerados no município de Betim, a Divisão de Limpeza Urbana informou que todos os estabelecimentos geradores deste tipo de resíduo devem destiná-los por conta própria para aterros industriais.

No próprio município de Betim existe um aterro particular, que é dirigido pela empresa Essencis – Soluções Ambientais, localizado na Br 381, km 499. Tal aterro dispõe de uma área de 612 mil m² com capacidade total de 3 milhões de m³ de resíduos. A **Figura 5.7** mostra uma vista aérea do aterro industrial da Essencis.

Figura 5.7 – Vista aérea do aterro industrial da empresa Essencis.



Fonte: Internet – www2.essencis.com.br, 2011.

No município de Betim o descarte irregular de entulho é o maior problema enfrentado segundo os gestores da DLU. Já foram identificados mais 300 pontos de destinação inadequada de entulhos como: restos de construção civil, restos de capina, poda de árvores e bagulhos volumosos de residências (sofás, mesas, cadeiras e etc.). Para combater este problema e atender as exigências da Lei Municipal nº 1.351/80 que determina o código sanitário e de higiene pública do município de Betim foram implantadas 14 URPV's (Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes). A **Figura 5.8** mostra uma das URPV's instaladas no município de Betim.

Nestas URPV's são distribuídas 39 caçambas de 8m³, sendo retirado destes locais 14 toneladas/dia de entulhos. A fiscalização dos pontos irregulares de entulho é realizada por 10 fiscais com motocicleta, que realizam a fiscalização por todas as regionais administrativas do município. As demandas de fiscalização destes pontos surgem através do telefone de dique denúncias da DLU.

Figura 5.8 – Uma das URPVS do município de Betim, área que antigamente era utilizada como descarte irregular de RSU pela população



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

5.1.2 Varrição de logradouros públicos do município de Betim

Os serviços de varrição manual de vias e logradouros públicos são executados por 130 funcionários divididos em equipes de dois ou três varredores. A varrição do município é dividida em setores no qual cada funcionário deve realizar o trabalho mínimo de 1.800 metros lineares de vias varridas, por dia. Os serviços são executados diariamente nos corredores comerciais de todas as regionais administrativas do município de Betim. Na região central existem setores com a necessidade de execução dos trabalhos de até 3 vezes por dia.

Outra metodologia de trabalho do setor de varrição é a execução dos serviços em “mutirões regionais”, sendo 1 mutirão por dia da semana, em cada regional.

Os funcionários da varrição utilizam EPI's (Equipamentos de Proteção Individuais), roupas de cor laranja com faixas refletoras, botina, boné, filtro solar e EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva), cones de sinalização de trânsito e bandeiras de sinalização dos carrinhos de varrição. A **Figura 5.9** mostra a execução dos serviços de varrição das equipes da DLU.

Os resíduos provenientes da varrição são dispostos em sacos de cores vermelha e verde, que diferem dos pretos mais utilizados pela população. Tais sacos são colocados em pontos estratégicos das vias e logradouros públicos, sendo coletados pelos caminhões compactadores da coleta de resíduos úmidos.

Em cada região do município existem pontos de apoio para que os varredores possam guardar os carrinhos, outros equipamentos necessários para execução dos serviços e para que os funcionários possam registrar o ponto diário de trabalho.

Figura 5.9 – Equipes em execução dos serviços de varrição das vias públicas do município de Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

5.1.3 Capina e roçada de córregos e logradouros públicos

As equipes de capina e roçada executam os diversos serviços como: limpeza vias públicas, córregos, vias de região rural, canteiros centrais e entroncamentos de vias, praças, lotes públicos, escolas, creches, equipamentos de saúde e cemitérios municipais. A **Figura 5.10**,

mostra umas das áreas onde os serviços de capina e roçada são executados no município de Betim.

O número de funcionários para exercer esta função é de 362, distribuídos em 24 equipes, compostas por motorista, encarregado, operadores de roçadeira e agentes de limpeza. Cada funcionário recebe seu próprio EPI (Equipamento de Proteção Individual) para sua função. Os operadores de roçadeira, por exemplo, recebem macacão, botas, óculos, máscara de proteção, colete, luvas, caneleiras e filtro solar.

Figura 5.10 – Uma das áreas onde os serviços de capina e roçada são executados no município de Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Os funcionários são divididos em 24 equipes que executam os serviços planejados pela DLU juntamente com as Administrações Regionais. Para a prestação dos serviços as equipes são divididas em:

- Uma para cada regional administrativa, que atende as solicitações feitas pelos municípios nas próprias regionais administrativas;
- “Mutirões Regionais” que seguem um calendário de programação anual;
- E equipes de execução de serviços emergenciais.

O volume de resíduos recolhidos diariamente é 3 toneladas, que são encaminhados para o aterro sanitário de Betim.

Segundo a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e o Ministério do Trabalho é considerada atividade insalubre aquela em que o trabalhador é exposto a agentes nocivos à saúde acima dos limites tolerados. Desta forma a Divisão Limpeza Urbana exige no contrato da empresa contratada o pagamento do adicional de insalubridade para alguns profissionais que trabalham com os serviços de roçada em taludes com alta inclinação, catação de resíduos diversos em córregos, áreas de descarte irregular e limpeza de boca de lobo. Devido à grande exposição e riscos que estes serviços proporcionam a saúde destes trabalhadores.

5.2 *Descritivo da disposição final de RSU do município de Betim*

A disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos do município de Betim é direcionada para CTRS Betim. A CTRS foi inaugurada e começou a operar em outubro de 1996, tornando-se o primeiro aterro do Estado licenciado pela FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais). Atualmente, a CTRS ocupa uma área de 340.000m², localizada a 8 km do centro do município, na BR-381, Estrada da Charneca s/n°, no bairro São Salvador, região de Citrolândia.

A central engloba, em sua área, quatro instrumentos de disposição e tratamento de RSU (Aterro Sanitário, Sistema de Tratamento de Lixiviados, Pátio de Compostagem e Unidade de Recuperação de Recicláveis – URR). Na **Figura 5.11** tem-se uma vista aérea do aterro sanitário de Betim.

Figura 5.11 – Vista aérea do Aterro Sanitário de Betim.



Fonte: Lima, 2006

5.2.1 Infra estrutura da CTRS Betim

A CTRS Betim possui em sua infra-estrutura arquitetônica uma portaria, conforme demonstra a **Figura 5.12**, que controla a entrada e saída de caminhões que descarregam resíduos domésticos, resíduos provenientes de capina e poda de árvores nas áreas públicas, resíduos sépticos tratados e veículos de visitantes.

A balança da CTRS, **Figura 5.13**, localizada logo em sua entrada registra o peso dos caminhões ao entrar e sair. A diferença de peso registrada na entrada e na saída é o volume de resíduos descarregado para aterramento na central. Todos os dados gerados são gerenciados na sede administrativa da própria central. A CTRS conta ainda com um ponto de apoio para os funcionários, com vestiários e refeitório.

Figura 5.12 – Portaria da CTRS Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Figura 5.13 – Balança da CTRS Betim



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

O Pátio de compostagem do Aterro Sanitário de Betim possui uma área aproximada de 8.000m². Os materiais para compostagem são capins e podas de árvores provenientes dos serviços de limpeza de áreas públicas do município de Betim e de áreas particulares quando autorizado pelo Setor Administrativo da CTRS Betim. O método utilizado é a compostagem aeróbia com o reviramento mecânico e manual das leiras.

A **Figura 5.14**, mostra o Pátio de Compostagem da CTRS Betim. A produção de compostos é de 25 a 30 toneladas por mês, que são repassados para a Divisão de Agricultura da Prefeitura de Betim que repassa para pequenos agricultores cadastrados, hortas de escolas públicas e hortas comunitárias.

Figura 5.14 – Pátio de Compostagem da CTRS Betim



Fonte: Arquivos Pessoais, 2011

5.2.2 Sistema de Tratamento dos Lixiviados na CTRS Betim

Segundo Lima (2006) o sistema de tratamento de lixiviados do aterro sanitário de Betim inicia-se pelo sistema de drenagem construído no aterro. A **Figura 5.15**, mostra a construção do sistema de drenagem da CTRS Betim.

Esses drenos são cortes de canais, de aproximadamente 15 x 15cm de profundidade, onde são instalados dutos de PEAD de diâmetro de 150mm perfurados e preenchidos com pedras de mão e brita 4, para garantir a movimentação dos lixiviados. Os drenos conduzem os lixiviados até o sistema de tratamento, cujas partes integrantes são: lagoa anaeróbia, reator de fluxo ascendente de manta de lodo (UASB) e lagoa facultativa; todos em serie. A **Figura 5.16**, mostra as lagoas onde acontece o tratamento dos líquidos lixiviados da CTRS Betim.

A vazão dos lixiviados no sistema de tratamento em períodos de seca é de 5 litros por minuto e em períodos chuvosos de 14 litros por minuto. O lixiviados após passarem por tratamento são despejados em um córrego sem nome que deságua no Rio Paraopeba.

Figura 5.15 – Construção do Sistema de Drenagem da CTRS Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Figura 5.16 – Lagoas de Tratamento e Reator UASB da CTRS Betim.

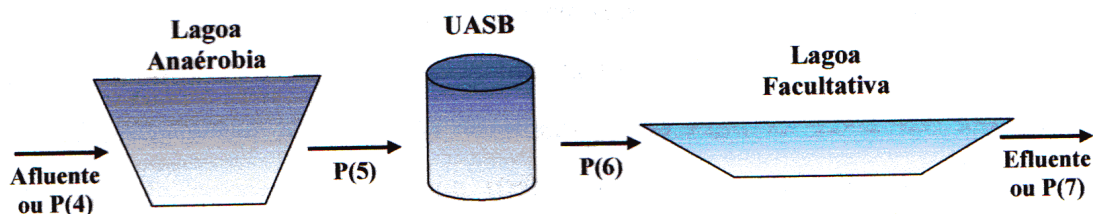


Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Lima (2006) demonstra na **Figura 5.17**, o fluxograma de tratamento dos lixiviados na CTRS Betim. Nesta Figura o autor chama de **Afluente** ou **P(4)**, que é ao mesmo tempo, a entrada dos lixiviados no sistema de tratamento e a chegada dos mesmos pelo sistema de drenagem do

aterro. Já o ponto denominado de **Efluente** ou **P(7)** é a saída da lagoa facultativa e do efluente tratado. Os pontos **P(5)** e **P(6)** são pontos intermediários, e representam a passagem dos lixiviados pelas três etapas sucessivas de tratamento. Todos os pontos estão indicados na **Figura 5.17**.

Figura 5.17 - Fluxograma de tratamento dos lixiviados na CTRS Betim.



Fonte: Lima, 2006.

5.2.3 Operação e monitoramento da CTRS Betim

Os tipos de resíduos aterrados na CTRS Betim são os chamados domésticos ou domiciliares, resíduos sépticos após passarem por devido tratamento e os provenientes das capinas e podas de árvores, que parte é direcionada para a compostagem e outra é utilizada para revegetação dos taludes produzidos no processo de aterramento dos resíduos.

O aterro da CTRS foi construído utilizando método de rampa, ou seja, os RSUs são dispostos em pilhas de 1,5 a 2,0 metros de altura e recobertos diariamente com material inerte (entulho, terra ou argila fina). Nas bordas de todas as células são confeccionados taludes para o recobrimento final com gramas e restos de capina. Este talude possui uma inclinação média de 30%, conforme demonstra a **Figura 5.18** o método de aterramento de resíduos em rampa da CTRS Betim.

O aterro sanitário de Betim está com 6 plataformas encerradas, que estão passando por processo de revegetação, faltando á realização da drenagem superficial. Na data da visita técnica, em junho de 2011, o aterro estava operando em 2 novas cavas e a **Figura 5.19**, mostra as dimensões de uma das cavas e seu sistema de impermeabilização com geomembrana PEAD de 2mm e argila compactada.

Figura 5.18 – Método de aterramento em rampa da CTRS Betim.



Fonte: Arquivos Pessoais do Autor, 2011

Figura 5.19 – Nova cava para aterramento de resíduos da CTRS Betim.



Fonte: Arquivos Pessoais do Autor, 2011

A licença de operação da CTRS Betim foi revalidada em fevereiro de 2010 com condicionantes e possui um prazo de validade de 4 anos. Os gestores da Divisão de Limpeza Urbana informaram que por questões de compromissos políticos afirmados pela atual administração, a CTRS Betim poderá encerrar suas atividades no primeiro semestre de 2012.

Para sua operação a CTRS Betim possui uma equipe de 49 funcionários que são divididos em equipes: administrativa, operacional, manutenção interna, vigilância e topografia.

Os equipamentos utilizados para a operação da Central são:

- 1 trator de esteira D50;
- 1 trator de esteira D14;
- 1 trator pá carregadeira;
- 1 retro-escavadeira;
- 5 caminhões basculante;
- 2 caminhões pipa;
- 1 Kombi;
- 1 carro de passeio pequeno.

A operação do aterro sanitário de Betim acontece em 4 etapas, sendo elas:

1. Recebimento dos RSUs – Os caminhões compactadores descarregam os resíduos em local específico e direcionado por funcionários da Central. Dependendo da dificuldade de acesso os resíduos são levados por um trator, carregadeira ou caminhão basculante;
2. Um trator compactador espalha, empurra e compacta os resíduos, conforme mostra a **Figura 5.20**;
3. Outro trator realiza a cobertura dos resíduos com terra ou argila fina;
4. A última etapa é o recobrimento da área com capim para o início do processo de revegetação da área.

Figura 5.20 – Trator compactador executando o serviço de compactação dos resíduos na CTRS Betim



Fonte: Arquivos Pessoais do Autor, 2011

O monitoramento das atividades de operação da CTRS Betim é realizado por um laboratório terceirizado que gera relatórios mensais para a Administração da Central. Tais relatórios apresentam dados de qualidade do tratamento dos líquidos lixiviados, das águas subterrâneas e superficiais, dos gases gerados e dos níveis de ruídos. Estes relatórios são enviados para FEAM a cada trimestre. O aterro sanitário possui ainda cerca de 300 dutos de liberação de gases que são monitorados por um funcionário específico da CTRS.

5.3 Análise da gestão de RSU realizada pela Prefeitura Municipal de Betim/MG

Conforme apresentado no **Capítulo 3** deste trabalho a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos inclui a redução da produção nas fontes geradoras, o reaproveitamento, a coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis, a reciclagem e ainda a recuperação de energia. A administração pública municipal tem a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura.

A coleta de RSU deve atender bem uma população. Para isso é importante que o setor de limpeza urbana de um município regularize a coleta, estipule frequências e horários. Em Betim a coleta sendo efetuada em 90% de cada imóvel “porta a porta”, sempre nos mesmos dias e horários, é importante para que os cidadãos condicionam-se a colocar os recipientes ou embalagens do lixo para fora das residências, facilitando o a coleta do veículo coletor de resíduos. Em consequência, não haverá exposição de lixo domiciliar e a população irá habituar-se a não jogar lixo em qualquer local, evitando prejuízos ao aspecto estético das ruas e o espalhamento por animais ou pessoas.

Devido às dificuldades de armazenamento de resíduos na maioria dos domicílios, principalmente em favelas, comunidades carentes, edificações com grande volume de apartamentos e nos centros das cidades, onde os estabelecimentos comerciais produzem lixo em quantidade considerável a coleta deve ser com frequência diária. Porém em Betim, somente nos bairros da região central e Teresópolis são atendidos diariamente. Nas outras regiões a coleta nos imóveis é em dias alternados, mas em dias da semana fixos como: terça, quinta e sábado, e, segunda, quarta e sexta. Tais dias fixos proporcionam aos moradores destes bairros o hábito de disponibilizar os resíduos para fora das residências, evitando o armazenamento por longos períodos.

A coleta de resíduos domiciliares em Betim sendo realizada em dois turnos, como apontado neste capítulo, é eficiente, porque reduz o tempo de exposição dos resíduos nos logradouros.

Gera mais espaço de tempo entre os turnos, elimina o risco de atraso do turno subsequente e aumenta a frota de caminhões compactadores e o número de coletores em serviço por turno.

Segundo os gestores da Secretaria de Infra-Estrutura algumas obras estão sendo projetadas para o 2º semestre de 2011 visando à retirada de favelas, becos e áreas de risco de alguns bairros no qual é impossível a entrada do caminhão coletor, devido ao estreitamento das vias. Estes locais de difícil acesso correspondem à parte dos 10% dos imóveis no qual não é possível realizar a coleta os resíduos domésticos “porta a porta”.

Enquanto tais obras não são realizadas os gestores da Divisão de Limpeza Urbana criaram estratégias para o atendimento a este percentual de imóveis que não são atendidos com a coleta domiciliar adequada. Tais estratégias foram a implantação das URPVs (Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes) e a instalação de lixeiras coletivas em esquinas e pontos estratégicos que facilitam na coleta e na disposição pelos moradores destas áreas.

As lixeiras coletivas também são utilizadas em pontos irregulares de descartes de entulho por parte da população, o que inibe a atração de vetores de doenças e ação de animais que espalham os resíduos pela vias da cidade. A **Figura 5.21** demonstra a eficiência das lixeiras coletivas no combate aos descartes irregulares de resíduos.

Estas lixeiras são utilizadas em pontos estratégicos das vias rurais, sendo a instalação das mesmas em zonas rurais de grande importância. Porque facilita aos proprietários de imóveis rurais a disposição adequada dos RSUs produzidos.

Das estratégias apresentadas, a instalação das URPV`s é a mais interessante no ponto de vista de envolvimento da população para o fim dos pontos de descartes irregulares de pequenos volumes de entulho no município de Betim. A URPV tem a função principal de substituir áreas de disposição irregular de entulhos por pontos de coleta organizados. Para alcançar êxito neste trabalho é importante o envolvimento da população através de parcerias com associações de bairro, carroceiros e de catadores de RSU.

A Prefeitura informou que freqüentes trabalhos de mobilização de educadores ambientais são realizados próximos as áreas de descarte irregular visando orientar a população do descarte correto de entulho nas URPV`s e lixeiras coletivas. Porém por diversos fatores estes pontos de despejos inadequados ainda são vistos pelas ruas da cidade e as URPV`s são pouco freqüentadas pelos moradores.

Figura 5.21 – Eficiência das lixeiras coletivas no combate aos descartes irregulares de resíduos.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Campanhas de mobilização e sensibilização da população são ferramentas eficazes no sentido de envolver os cidadãos para a importância de contribuir com a Gestão de RSU de uma cidade. No município de Betim esta estratégia importante foi criada no final de 2010, com o objetivo de informar e sensibilizar melhor toda a população do município, através de publicidade em informativos institucionais, campanhas em rádios comunitárias e a contratação de uma equipe de educadores ambientais. A **Figura 5.22** mostra um dos materiais de divulgação dos serviços de coleta da Prefeitura de Betim.

Esta equipe de mobilização foi contratada para realização de trabalhos diários de divulgação dos materiais, com os dias e horários da coleta de resíduos domiciliares em cada bairro, dos locais e funções das URPVs e do telefone 0800 da Divisão de Limpeza Urbana, que recebe críticas e sugestões sobre a Gestão de RSU no município de Betim.

Segundo os Gestores da Divisão de Limpeza Urbana, estas ações de mobilização e envolvimento da população resultaram na diminuição de pontos de descartes irregulares de entulho. A população passou a dispor os resíduos domiciliares nos dias e horários corretos de coleta e o número de reclamações no telefone 0800 da DLU diminuirão em grande escala.

Figura 5.22 – Material de divulgação dos dias e horários de coleta de resíduos domiciliares do município de Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

O monitoramento das frotas de caminhões de coleta e das guarnições é o mais complexo trabalho realizado por fiscais de limpeza urbana. Conforme ressaltado no **Capítulo 3** o aumento ou diminuição da população, as mudanças de características de bairros e a existência de diversos pontos irregulares de entulhos são alguns fatores que indicam a necessidade de roteiros bem planejados. Desta forma as guarnições devem iniciar seu trabalho no ponto mais distante do local de destino final do RSU, e com a progressão do trabalho movam-se na direção daquele local, reduzindo as distâncias e o tempo de percurso.

Para este trabalho não foram realizados acompanhamentos com o objetivo de verificar se os itinerários de coleta foram bem projetados de maneira a minimizar os percursos improdutivos. Porém foi disponibilizado pela Prefeitura para a publicação neste trabalho um ótimo sistema de monitoramento 24h via satélite. Esta ferramenta facilita a fiscalização e o acompanhamento das frotas, dos itinerários e dos horários das coletas. A **Figura 5.23** demonstra a eficiência e precisão das informações que o sistema de monitoramento via satélite, disponibiliza aos fiscais de monitoramento da coleta de RSU no município de Betim.

Assim quando algum proprietário de imóvel liga para a DLU alegando que o seu resíduo não foi coletado o fiscal pode verificar o possível problema e providenciar uma solução em tempo real.

Figura 5.23 – Sistema de monitoramento de coleta via satélite da Divisão de Limpeza Urbana da Prefeitura de Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

A importância da limpeza dos logradouros públicos é definida pelos aspectos sanitários, estéticos e de segurança conforme ressaltado no **Capítulo 3** deste trabalho. Tais aspectos são estabelecidos a fim de prevenir doenças, evitar danos à saúde pública e melhorar a aparência das ruas e logradouros públicos. Estes cuidados atraem novos residentes, turistas e proporciona à população a utilização com maior frequência dos espaços públicos. Tal limpeza também previne danos a veículos causados por impedimentos no tráfego como: galhadas, objetos cortantes e evitando o entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais que podem vir a provocar enchentes.

Ao acompanhar os trabalhos das equipes de capina, roçada, varrição e podas de árvores nos logradouros públicos de Betim foi identificado que as equipes possuem todos os EPCs (Equipamentos de Proteção Coletiva) e EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) exigidos por normas técnicas e estudos publicados. Recebem ainda, treinamentos especializados para a prática eficiente dos serviços e técnicas de segurança do trabalho.

Também foi identificada a utilização de equipamentos diferenciados que proporciona mais agilidade aos serviços. A utilização da roçadeira mecanizada com trincha e centralizada, como demonstrado na **Figura 5.24**, é um destes equipamentos que proporcionam mais agilidade na limpeza de áreas públicas de grande amplitude e em córregos, que em Betim chegam a uma totalidade de 20 km de extensão.

Figura 5.24 – Roçadeira mecanizada executando a limpeza de um córrego no município de Betim.



Fonte: Divisão de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Betim, 2011.

Conforme apresentado neste capítulo a Divisão de Limpeza Urbana apresenta um grande número de equipes de prestação dos serviços de limpeza urbana, porém o número áreas públicas (córregos, praças, canteiros centrais, vias urbanas e rurais) e equipamentos públicos (escolas, creches e unidades de saúde) é muito extenso. Isso faz com que os gestores DLU da Prefeitura de Betim criem estratégias que priorizem as vias de maior circulação de veículos e pedestres e equipamentos públicos de maior uso como escolas e unidades de saúde. Assim alguns bairros e ruas da cidade são atendidos uma vez por ano, o que faz com que o número de reclamações no telefone 0800 da Divisão aumente, principalmente no período chuvoso, onde o volume de capins, terras e entulhos nas vias e logradouros da cidade é elevado.

Desta forma é importante que a Prefeitura envolva a população e adote políticas públicas para minimizar a geração de resíduos e possa sensibilizá-la a não poluir as vias públicas, a não danificar plantas e árvores recém plantadas nos espaços públicos e de adotarem práticas de limpeza e capina dos passeios e lotes vagos.

Conforme ressaltado neste capítulo uma pequena porcentagem da população de Betim é atendida com a coleta seletiva e segundo informações da ASCAPEL Betim (Associação dos Catadores de Papel, Papelão e materiais reaproveitáveis de Betim) boa parte dos sacos com resíduos domésticos não recebem a devida separação por parte da população. Isso dificulta o trabalho de triagem e aumenta o número de materiais recicláveis não aproveitados.

A educação ambiental da população de Betim é fundamental para contribuir com a diminuição de resíduos coletados e aterrados no município de Betim. Esta ferramenta possibilitará a diminuição dos gastos pelo Poder Público com a coleta de RSU e limpeza de logradouros públicos, melhorando assim o aspecto estético do município e a quantidade de RSU aterrados na CTRS Betim.

5.4 Análise do tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no município de Betim

Segundo a NBR 13.896 (ABNT, 1997), a avaliação da adequabilidade de um local a ser utilizado para implantação de um aterro sanitário deve ser tal que os impactos ambientais gerados na sua implantação e operação sejam mínimos. A instalação do aterro deve ser bem aceita pela população vizinha; além disso, é necessário que ele esteja de acordo com o zoneamento local e que possa ser utilizado por longo período de tempo.

O método de aterro sanitário utilizado pelo município de Betim para o tratamento e destinação final dos RSUs produzidos na cidade foi construído de forma adequada e dentro dos padrões de disposição final de resíduos sólidos, fazendo com que este aterro pudesse durar mais e com maior segurança, buscando sempre reduzir problemas existentes na área de operação.

Segundo os funcionários da CTRS Betim, ao longo dos 15 anos de operação do aterro, a CTRS sempre operou com as devidas licenças exigidas pela FEAM e dentro das normas técnicas apresentadas pela ABNT. A área escolhida possui o menor potencial para geração de impactos ambientais, estando fora de áreas com restrição ambiental. Assim foi possível apresentar uma maior vida útil para o empreendimento gerando a máxima capacidade de recebimento de resíduos com baixos custos de instalação e operação do aterro.

A Central está localizada em área privilegiada, as margens da BR 381, que facilita a entrada e saída de caminhões. As estradas de acesso a CTRS Betim são bem pavimentadas com a utilização de pavimento primário, ou seja, terra batida sempre recomposta por camada de restos de resíduos de construção civil e saibro com espessura 30 a 50 cm, compactadas em camadas de 15 a 25 cm.

O cercamento da área é bem realizado por mourão de madeira eucalipto com arame farpado e cerva viva. Um bom cercamento impede a visão da área operacional do aterramento de

resíduos, a entrada de animais e de pessoas não autorizadas na área do aterro e auxilia na dispersão do cheiro característico do lixo.

O processo de tratamento de lixiviados é uma das etapas mais difíceis na elaboração e implantação de um aterro, devido à alta variação das características dos lixiviados ao longo do tempo. Como foi visto neste capítulo o sistema de drenagem da CTRS Betim foi construído dentro dos padrões exigidos pela FEAM e cumpre sua função de movimentação dos lixiviados e os conduzem até o sistema de tratamento, ligado em serie como mostrado na **Figura 5.17**, que demonstrou o fluxograma de tratamento dos lixiviados na CTRS Betim.

Neste trabalho não foram realizadas análises com o fim de constatar a eficiência do tratamento dos líquidos percolados do aterro sanitário de Betim. Porém os gestores da CTRS Betim alegam que o sistema de tratamento opera dentro dos padrões exigidos pela FEAM, realizando sua função de tratamento normalmente e sem interrupções. Neste sentido Lima (2006), ao avaliar o desempenho do sistema de remoção de poluentes dos lixiviados do aterro de Betim recomenda:

- A continuação da coleta de dados de monitoramento e avaliação do sistema de tratamento;
- Avaliação de desempenho de outros parâmetros tais como: carbono total, cor, entre outros;
- Caracterização biológica dos organismos presentes no sistema;
- Estudos de correlações dos parâmetros;
- Estudo de impacto do lançamento do efluente tratado no corpo receptor.

Ao analisar as recomendações de Lima, (2006) é importante ressaltar que CTRS Betim deve adotar práticas inovadoras de gestão, aplicando em sua operação técnicas que garantam o menor impacto ao córrego receptor de seus líquidos percolados.

É importante ainda que a CTRS Betim não continue somente cumprindo sua função de disposição final dos RSUs do município de Betim e sim o realize de maneira sustentável. Realizando o tratamento e monitoramento eficiente e completo dos lixiviados, que instale separador de gases no sistema UASB, realize a queima correta e diária do biogás e possa através da queima do biogás implantar um sistema de reaproveitamento de energia para a própria utilização na CTRS Betim.

6 CONCLUSÃO

Como demonstrado ao logo deste trabalho a Divisão de Limpeza Urbana da Prefeitura de Betim tem realizado o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município dentro dos padrões exigidos por normas técnicas e estudos publicados por especialistas.

Porém ao se fazer uma média da quantidade de RSU aterrado e coletado pela média da população informada do município de Betim chega ao resultado de 1,5 kg por habitante/dia de RSU, essa média é superior a média Brasileira de 1 kg a 1,2 kg por habitante/dia.

Quando falamos de reciclagem o município recicla 1,83% dos seus resíduos coletados, uma baixa média, quando comparada a grandes cidades do Brasil e principalmente com cidades do exterior. Desta forma uma gestão eficiente deve incentivar a prática de reutilização e reciclagem de RSU, garantindo o atendimento de toda a população do município Betim a coleta dos resíduos secos ou recicláveis. Promovendo assim, campanhas de educação ambiental para a redução de resíduos e a separação dos lixos secos e úmidos pela população em suas residências.

O que foi constatado nesta pesquisa é que o município conta com uma grande ausência de ações com o objetivo de minimizar a geração de resíduos e de incentivar a população ao uso de bens duráveis. A criação e aplicação de leis municipais que incentivem a prática de ações ecologicamente corretas por parte da população e das inúmeras empresas registradas em Betim não acontecem.

Nesse sentido essa pesquisa aponta algumas recomendações à Prefeitura de Betim que ao serem implantadas contribuirão para melhorias no atual sistema de gestão de RSU, gerando mais desenvolvimento para a cidade com sustentabilidade e qualidade de vida aos seus munícipes.

Tais recomendações a serem desenvolvidas são:

- Aumento da frota de caminhões utilizados para a coleta de resíduos secos, proporcionando assim o maior número de bairros atendidos;
- Incentivo a ASCAPEL de Betim, com intuito de aumentar o número de catadores e funcionários que realizam a triagem dos resíduos, diminuindo assim a quantidade rejeitos para o aterro sanitário;

- Aumentar a abrangência das mobilizações e campanhas de sensibilização e envolvimento da população para a prática de coleta seletiva;
- Aumentar o número de URPVs e Lixeiras Coletivas disponíveis pela cidade, evitando assim os descartes em pontos irregulares de entulho;
- Estimular parcerias entre Prefeitura e empresas privadas para a revitalização e construção de espaços públicos arborizados e ações de incentivo a população da não poluição e vandalismo de espaços, equipamentos e logradouros públicos;
- Aquisição de mais equipamentos modernos para a varrição e capina eficiente e em menor tempo de logradouros e estabelecimentos públicos;
- E realizar obras de infra-estrutura urbana que possibilitem a abertura dos pontos intransitáveis pelos caminhões de coleta de resíduo, com o intuito de coletar 100% dos resíduos produzidos, “porta a porta” de cada imóvel do município.

A destinação final adequada dos RSUs faz parte de um Gerenciamento Integrado e eficiente de uma cidade. Como visto ao longo deste trabalho Betim possui em sua área territorial sua própria Central de Tratamento de Resíduos. Mesmo com todas as correções que precisam ser feitas para o tratamento correto e operação do aterro de resíduos sólidos no município, pode-se concluir que a Prefeitura de Betim finaliza todo o ciclo de gestão integrada dos resíduos produzidos na cidade. Realizando sem custos para a população a coleta, o transporte e a disposição final dos RSUs.

Neste sentido, ressaltam-se mais uma vez da importância do envolvimento da população da cidade neste sistema de integração, demonstrando para ela a importância do seu papel para melhoria dos aspectos sanitários da cidade e de maior vida útil de seu aterro sanitário.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, R.M. *Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Flórida Paraná*. Roraima: Revista Agroambiente On-line, v. 4, n. 2, 2010, p. 118-125.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. *Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil*. São Paulo: ABRELPE, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *Resíduos Sólidos – Classificação – NBR-10.004*, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *Aterros de Resíduos Não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação – NBR-13.896*, 1997.

BARROS, R.T.V. *Resíduos Sólidos*. Belo Horizonte: Apostila da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.

BENTO, L.C.M.; FARIA, S.M. *O Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Bambuí/MG e seus Possíveis Reflexos no Desenvolvimento da Atividade Turística*. Uberlândia: UFU, 2008. 8p.

CASTILHOS JUNIOR, A.B. *Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte*. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 280p.

CASTILHOS JUNIOR, A.B. *Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 494p.

COMPANHIA ESTADUAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Aterro Sanitário*. São Paulo: CETESB, 2011. (www.cetesb.sp.gov.br).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. *Manual de Operações de Aterros Sanitários*. Bahia: CONDER, 2011. 58p.

FRANCO, R.M. O ICMS Ecológico: um instrumento econômico da gestão ambiental – o exemplo de Minas Gerais. in: *municípios e meio ambiente – perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil*. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999. 19-31p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. *Página oficial da Fundação Estadual de Meio Ambiente* (<http://www.feam.br>), 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Página oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (<http://www.ibge.com.br>), 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Página oficial do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada* (<http://www.ipea.gov.br/portal/>), 2011.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. *Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade*. São Paulo: Estud. av. Vol.25, n.71, 2011. pp. 135-158.

LEI Nº 1.351/1980 DO MUNICÍPIO DE BETIM. *Código sanitário e de higiene pública do município de Betim.* (www.camarabetim.mg.gov.br), 2011.

LEI Nº 5.177/2011 DO MUNICIPIO DE BETIM. *Altera a Lei Nº 4574, de 02 de outubro de 2007, Que dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do Município de Betim.* (www.camarabetim.mg.gov.br), 2011.

LEI Nº 8.031/2009 DA ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.* Página Oficial, (www.almg.gov.br), 2011.

LEI Nº 12.305/2010 DA PRESIDÊNCIA DA REPUBLICA. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólido; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.* (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm), 2011.

LIMA, W.S. *Avaliação do Desempenho de Remoção de Poluentes de Lixiviados: um estudo de caso para o sistema de tratamento de aterro municipal de Betim/Minas Gerais.* Belo Horizonte: UFMG, 2006. 177p.

MONTEIRO, J.H.P. *Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.* Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

PORTAL DA CIDADE DE ITAPIRA. Pagina Oficial, (<http://www.cidadedeitapira.com.br/>), 2011.

PROACTIVA MEIO AMBIENTE DO BRASIL. Página Oficial, (<http://www.proactiva.com.br/>), 2011.

PROJETO PLANO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE BETIM. Página Oficial da Prefeitura Municipal de Betim, (www.betim.mg.gov.br), 2011.

RESOLUÇÃO Nº 357/2005 DO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (WWW.mma.gov.br/port/conama), 2011.

ZANTA, V. M; FERREIRA, C. F. A. *Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. In: Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para municípios de pequeno porte.* CASTILHOS Jr, A.B. (Cord). Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003. p.1-16.