

III-203 – PRINCIPAIS TECNOLOGIAS E ROTAS TECNOLÓGICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MINAS GERAIS

Cynthia Fantoni Alves Ferreira⁽¹⁾

Pós Doutora do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Consultora na área ambiental. Sócia da empresa Ambientacy Engenharia Gestão Ambiental.

José Fernando Thomé Jucá

Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Pesquisador do CNPq desde 1991. Doutor pela Universidade Politécnica de Madrid e Pós-doutorado na Universidade de São Paulo (2011). Atualmente é o coordenador do Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE). Coordenador de vários projetos de pesquisa financiados por agências de fomento Estadual, Federal e empresas.

Alice Libânia Santana Dias

Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Graduada em Engenharia Ambiental pela Fundação Mineira de Educação e Cultura e Técnica em Saneamento pelo CEFET. Atualmente é Gerente de Resíduos Especiais da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

João Alberto Ferreira

Professor associado aposentado da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Editor de resíduos sólidos da Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental - RESA (2011 a 2015). Pesquisador visitante do Programa de Pós graduação em Engenharia Ambiental da UERJ integrando o corpo permanente do mesmo como também integra o corpo permanente do Programa de Doutorado em Engenharia Ambiental da UERJ.

Endereço⁽¹⁾: Rua Coronel Jaime Gomes, 159 Floresta – CEP: 31015-240. Belo Horizonte - MG; email: cynthia.ambientacy@gmail.com

RESUMO

O tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil sempre teve uma grande influência das tecnologias desenvolvidas em outros países, embora não se possa afirmar que houve uma adoção por completo de qualquer modelo internacional. Na maioria dos estados brasileiros, a tecnologia amplamente adotada para destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é a disposição em aterros sanitários.

A definição de rotas tecnológicas para o gerenciamento de resíduos sólidos e, conseqüentemente, das tecnologias adotadas, é uma atribuição do gestor público municipal. A Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê uma ação articulada entre as diferentes esferas públicas e entre estas e o setor privado, visando estabelecer formas de cooperação técnica e financeira de forma a garantir uma gestão integrada dos resíduos.

Uma das variáveis importantes a considerar para a tomada de decisão sobre rotas tecnológicas adequadas é o tamanho da população atendida, os aspectos sociais e culturais da região, bem como a existência de fluxo de comercialização de materiais recicláveis. As rotas tecnológicas mais frequentes no Estado de Minas Gerais é a coleta convencional / transbordo (quando necessário)/ aterro sanitário. Uma segunda rota a ser considerada no Estado é a que inclui Unidades de Triagem e Compostagem pós-coleta, principalmente para municípios de pequeno porte quando o destino final é um aterro sanitário.

Este trabalho faz parte do projeto Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social e executado pelo Grupo de Resíduos da UFPE. As rotas tecnológicas estudadas representam o atual estado da arte no Estado, em relação às tecnologias adotadas pelos municípios para a destinação dos RSU.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos urbanos, rotas tecnológicas, tecnologias.

INTRODUÇÃO

Minas Gerais é o segundo Estado mais populoso do Brasil, com 19.597.330 habitantes. Sua população está distribuída em 853 municípios, que representam 51,2% dos existentes na região Sudeste e 15,5% dos existentes no Brasil. O Estado de Minas Gerais também apresenta uma taxa de urbanização crescente, em 2010, cerca de 85,3% dos domicílios se encontravam em áreas urbanas e 14,7% em áreas rurais .

Segundo dados da ABRELPE (2014) a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Estado de Minas Gerais é estimada em 18.962 t/dia, com um *per capita* de 0,83 kg/hab/dia. A coleta diária dos resíduos sólidos domiciliares em Minas é estimada em 17.225 t/dia e representa 20% da Região Sudeste.

A Região Metropolitana de Belo Horizonte é a maior responsável pela geração de RSU, com cerca de 37% do total gerado no Estado. Percentualmente, as Regionais produzem entre 48 e 53% de resíduos potencialmente compostáveis, 17 a 20% de resíduos potencialmente recicláveis e de 30 a 32% de rejeitos (FERREIRA *et al.*, 2010).

Algumas ações já foram desenvolvidas pelo Estado como o Plano de Regionalização para a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos o qual apresenta a discussão das propostas de Arranjos Territoriais Ótimos (ATO's) para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) no estado de Minas Gerais. O estudo é finalizado com a divisão do Estado de Minas Gerais em 51 Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs), que sugere um referencial técnico para a constituição de consórcios intermunicipais para a gestão integrada de RSU (FERREIRA *et al.*, 2010).

Em relação às tecnologias utilizadas em Minas Gerais, os aterros sanitários e unidades de triagem e compostagem regularizados atendem cerca de 57,7% da população urbana (FEAM, 2015). As Unidades de Triagem e Compostagem (UTC) são empregadas no Estado principalmente para os municípios de pequeno porte. Assim, pode-se dizer que os aterros sanitários aparecem como alternativa para disposição final adequada dos RSU para os municípios de maior porte populacional, sendo as UTC mais empregadas nos municípios de menor porte.

Os custos das tecnologias são extremamente sensíveis às variáveis de quantidade e, no caso de abordagens regionais, de distância entre o ponto de geração e a unidade de destinação. Os dados relacionados à implantação e operação das unidades de manejo e destinação final dos RSU e custos nem sempre estão facilmente disponíveis. A maioria das instituições, sejam públicas ou privadas, não disponibilizam essas informações.

Os recursos para operação do sistema de gerenciamento de resíduos nos municípios do Estado de Minas Gerais são do orçamento geral das prefeituras. A existência ou não de taxa de resíduo não é divulgada pela maior parte dos municípios do estado.

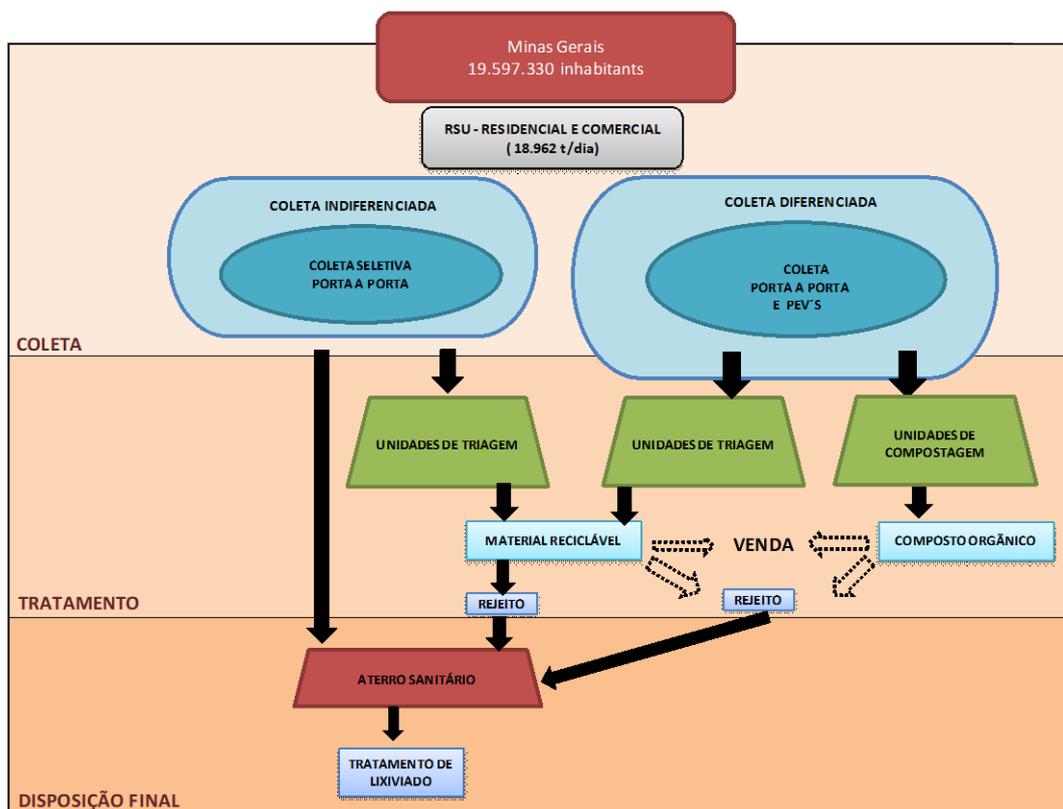
MATERIAIS E MÉTODOS

Uma rota tecnológica relativa ao gerenciamento de RSU inicia-se, portanto na coleta e termina na disposição final em aterro sanitário. De outra forma, pode-se dizer que toda e qualquer rota tecnológica de gerenciamento de RSU tem sempre um sistema de coleta e um aterro sanitário, podendo ter entre estes dois uma ou mais formas ou tecnologias de triagem, reciclagem, recuperação ou tratamento.

As rotas tecnológicas estudadas representam o atual estado da arte no Estado de Minas Gerais, em relação às tecnologias adotadas pelos municípios para a destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Os dados utilizados basearam-se na experiência dos consultores e em indicações da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) sobre os municípios que estavam realizando adequadamente o tratamento e a destinação final dos RSU no Estado. Também foram levadas em conta vistorias e visitas técnicas realizadas no âmbito do Programa Minas Sem Lixões (FEAM), e por instituições parceiras. Foram selecionadas tecnologias que representam práticas consolidadas e utilizadas no Estado de Minas Gerais.

Através desses dados foi possível estabelecer as rotas tecnológicas mais frequentes no Estado. Apesar de detectar várias rotas tecnológicas, a que se impõe como tendência é a **coleta convencional / transbordo (quando necessário) / aterro sanitário**. Uma segunda rota a ser considerada no Estado é a que inclui Unidades de Triagem e Compostagem pós coleta, principalmente para municípios de pequeno porte quando o destino final é um aterro sanitário. Uma terceira rota, ainda pouco significativa, é quando se dá a introdução *da coleta seletiva e de unidades de triagem*. Esta rota exigirá ainda esforços e recursos até que se estabeleça de forma significativa nos municípios mineiros, cumprindo assim, o que estabelece a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A Figura 1 apresenta a rota tecnológica utilizada no Estado de Minas Gerais.



Fonte: BNDES, 2014

Figura 1: Rota tecnológica utilizada no Estado de Minas Gerais.

RESULTADOS

Apresenta-se o levantamento das principais tecnologias utilizadas no Estado que constituem a base para a estruturação das rotas tecnológicas existentes.

Coleta convencional

A forma predominante de coleta é a que utiliza caminhões compactadores, porém, em municípios de pequeno porte utilizam-se caminhões basculantes. A frequência de coleta domiciliar predominante nos municípios mineiros é de três vezes por semana, nos municípios de pequeno porte, sendo que em municípios de médio e grande porte é de seis vezes por semana. Em diversos municípios, a frequência nos centros comerciais é de seis vezes por semana.

Não há normatização para o acondicionamento dos resíduos, sendo frequente o uso de sacolas plásticas.

Coleta Seletiva

A coleta seletiva está presente em apenas 18% dos municípios mineiros. Neles estão implantados sistemas de coleta seletiva porta a porta, ou Postos de Entrega Voluntária (PEV's).

O apoio do Estado à implantação de coleta seletiva nos municípios mineiros, com a inclusão social de catadores era até 2014, uma das ações do *Projeto Estratégico: Redução e Valorização de Resíduos*, sendo executado pela FEAM (Fundação Estadual do Ambiente) e, SEMAD (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável).

Segundo CEMPRE (2014) há coleta seletiva apenas em 192 dos municípios mineiros. A coleta seletiva ainda é incipiente no estado, bem como a tendência de crescimento para estimular a redução e a reciclagem nos municípios, o que ainda vai de encontro às atuais Políticas Nacional e Estadual de resíduos sólidos.

Minas Gerais dispõe de um Plano Estadual de Coleta Seletiva (PECS) cujos objetivos são estabelecer critérios e estratégias para a definição do apoio da FEAM às administrações municipais na implantação e ampliação do programa de coleta seletiva (PECS, 2012).

Transbordo

As estações de transbordo são vitais para a gestão de resíduos. Em Belo Horizonte a estação de transbordo atendia até o ano de 2014, 60% de todo o volume coletado diariamente.

Com a implantação de aterros sanitários compartilhados, principalmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte, a utilização dessa tecnologia tende a se ampliar.

Unidades de Triagem e Compostagem

As Unidades de Triagem e Compostagem (UTC's) são empregadas no Estado principalmente para os municípios de pequeno porte. Conforme dados disponíveis, Minas Gerais apresentava, em 2015, 106 UTC regularizadas e 36 não regularizadas.

As UTC's, devidamente regularizadas ambientalmente, fazem *jus* ao ICMS Ecológico. Essas unidades de compostagem são adotadas por municípios de pequeno porte e, operadas juntamente com unidades de triagem. (FEAM, 2015). A análise dos relatórios de vistoria e visita técnica elaborados por técnicos da Feam, indica que a maior parte das Unidades de Triagem e Compostagem não operam seus pátios de compostagem, ou esses são subutilizados, ou ainda, mal operados.

Segundo técnicos da FEAM muitas dessas unidades manuseiam, também, resíduos provenientes da coleta seletiva municipal. Até a elaboração do presente artigo não existiam dados consolidados referentes a essa situação.

Unidades de triagem e Coleta Seletiva

Estas unidades se fazem necessárias, à medida que a coleta seletiva se amplia. Apesar de numerosas, triam um baixo percentual dos resíduos gerados no Estado.

Há uma tendência em operá-las a partir de cooperativas de catadores de materiais recicláveis de resíduos. A eficácia das cooperativas ainda não pode ser bem avaliada no presente estudo pela dificuldade em obtenção de dados.

Os municípios que comprovam a implantação da coleta seletiva são pontuados positivamente (proporcionalmente ao percentual de materiais comercializados), no Fator de Qualidade que integra o ICMS Ecológico do Estado.

Compostagem

As experiências com compostagem a partir de matéria orgânica coletada de forma diferenciada são muito poucas no Estado. A principal é a de Belo Horizonte, onde há uma coleta seletiva da matéria orgânica nos grandes geradores (feiras, restaurantes, hortifrutis, etc.), que é depois processada em uma unidade da prefeitura para produção de cerca de oito toneladas dia de composto.

As Unidades de compostagem são frequentemente implantadas junto às unidades de triagem e atingem 5 % da população urbana do estado (FEAM, 2015). O composto produzido, geralmente é utilizado pela própria

administração municipal na manutenção de canteiros e jardins. Essas unidades de compostagem são adotadas por municípios de pequeno porte e, se operadas juntamente com unidades de triagem (e disponham seus rejeitos em uma vala de rejeitos), fazem *jus* ao ICMS Ecológico.

Aterro Sanitário

Em Minas Gerais, os aterros sanitários regularizados são 134 e 23 não regularizados (FEAM, 2015). O melhor percentual de população urbana atendida por disposição final adequada de RSU, por regional, refere-se ao Triângulo Mineiro, seguido pela Central.

A formação de consórcios públicos intermunicipais para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos – GIRSU é incentivada pelo governo mineiro como explicitado na Deliberação Normativa COPAM 118/08 e na Lei Estadual 18.031 que define a Política Estadual de Gestão Integrada dos RSU. O consórcio é um instrumento para se viabilizar economicamente a gestão dos resíduos sólidos e possibilitar o planejamento para uma região.

Segundo Feam (2015), Minas Gerais possuía 365 municípios integrantes de consórcios públicos em alguma fase de implantação, dos quais 209 municípios já estão constituídos ou em operação. Um número significativo dos municípios mineiros já se encontra em vias de participação em consórcios públicos, porém nota-se que 333 municípios ainda não aderiram à ideia. Alguns dos motivos que explicam tal fato são divergências políticas, pois, municípios próximos governados por prefeitos de partidos políticos diferentes, em alguns casos, não aceitam participar do mesmo consórcio.

Outras Tecnologias

Ainda não existem dados oficiais sobre a implantação de outras tecnologias de tratamento de RSU diferentes das abordadas anteriormente, como a tecnologia de biometanização, tratamento mecânico biológico (TMB), incineração, dentre outras. No entanto, encontrava-se em fase de contratação, uma Parceria Pública Privada (PPP) para a gestão compartilhada dos serviços de transbordo, tratamento e destinação final de RSU de municípios integrantes da Região Metropolitana de Belo Horizonte, porém, não foi possível obter informações sobre o estágio atual de implementação dessa PPP.

As proponentes que concorreram para a concessão dos serviços foram pontuadas por adotar medidas de elevação dos índices de reutilização e reciclagem, e de inclusão socioprodutiva de catadores de materiais recicláveis por meio de suas associações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), ao Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro para participar desse evento, e à Fundação Estadual do Meio Ambiente pelo apoio ao desenvolvimento do presente trabalho.

CONCLUSÕES

Uma das variáveis importantes a considerar para a tomada de decisão sobre rotas tecnológicas a serem adotadas é o tamanho da população atendida, os aspectos sociais e culturais da região, bem como a existência de fluxo de comercialização de materiais recicláveis. Soluções ou rotas tecnológicas adequadas para grandes cidades podem não ser as mesmas para pequenas e médias comunidades; ou ainda, tecnologias não viáveis para pequenas cidades podem passar a ter viabilidade quando soluções associadas forem adotadas. Há ainda que se considerar que a não existência de fluxo de comercialização de materiais recicláveis pode inviabilizar a coleta seletiva de determinados materiais potencialmente recicláveis.

Apesar de a compostagem poder ser uma tecnologia já considerada como consolidada, são poucas as experiências bem sucedidas de compostagem com resíduos orgânicos coletados diferenciadamente. As unidades de compostagem quando bem operadas, e quando trabalham com resíduos orgânicos coletados de forma diferenciada e provenientes, por exemplo, de sacolões, restaurantes, supermercados, além de ter elevado

potencial de produzir um composto de boa qualidade, contribuem para redução dos resíduos dispostos em aterros sanitários. O exemplo desta prática é a Unidade de Compostagem de Belo Horizonte, porém, o percentual de aproveitamento de orgânicos em relação ao total gerado pelo município, é ainda muito baixo.

Em relação às Usinas de Triagem e Compostagem (pós-coleta) visitadas, verifica-se um grau tecnológico simples. Elas são, via de regra, utilizadas em comunidades de pequeno porte. Sem o processo de coleta seletiva, a triagem dos materiais recicláveis torna-se um desafio e a qualidade do composto comprometida.

As Estações de Transbordo de RSU para municípios médios e de grande porte possibilitam uma maior flexibilidade na programação das rotas de coleta e minimização do custo de transporte.

Em relação às estruturas físicas e operacionais dos aterros sanitários, percebeu-se a necessidade de aprimoramento de algumas rotinas operacionais. Dentre os aterros estudados no estado, apenas dois deles contavam com tecnologia de aproveitamento energético.

O sistema do gerenciamento integrado e sustentável dos resíduos sólidos urbanos é essencial para as municipalidades. Contudo, sua implantação deverá prever, para as pequenas comunidades, procedimentos e tecnologias alternativas viáveis à suas realidades. Isto contribuirá para a superação das dificuldades em relação à disponibilidade de recursos financeiros e humanos normalmente nelas encontradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014. São Paulo: ABRELPE, 2014.
2. CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. *CICLOSOFT 2014*. Disponível em: http://www.cempre.org.br/ciclosft_2014.php > acesso em 01/01/2017.
3. FERREIRA, C. F. A.; ROCHA G.H.T; MYSSIOR, S., FONSECA, F.P. Proposta do plano de regionalização de Minas Gerais para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos. In: : X SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2010. Maceió. *Anais...* ABES, 2010.
4. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório de Acompanhamento do Indicador Finalístico Percentual da população urbana com acesso à disposição adequada de Resíduos Sólidos Urbanos, 2012.
5. ----- . Panorama de destinação dos resíduos sólidos urbanos no estado de Minas Gerais Relatório de Progresso Ano Base 2014. Belo Horizonte: 2016. Disponível em: . Acesso em: março de 2015
6. ----- . Panorama de destinação dos resíduos sólidos urbanos no estado de Minas Gerais Relatório de Progresso Ano Base 2015. Belo Horizonte: 2015. Disponível em: . Acesso em: dezembro de 2016.
7. MINAS GERAIS. Lei Nº 18.031, 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br>> Acesso em: janeiro 2017.
8. MINAS GERAIS. PECS - Plano Estadual de Coleta Seletiva. Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), coord. - Belo Horizonte, 2011.
9. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Japão e Estados Unidos. BNDES. 2014. Disponível em: < <http://www.tecnologiaresiduos.com.br>> Acesso em: dezembro, 2016.