

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO PARA ATENDER
O MUNICÍPIO DE IJUÍ: TÉCNICA E CUSTO¹
A CASE STUDY OF THE IMPLEMENTATION OF A LANDFILL TO ASSIST
THE MUNICIPALITY OF IJUÍ: TECHNIQUE AND COST**

**Carine Ott Dias², Katuay Zarth³, Rafael Dachary⁴, William Coden⁵,
Fernanda Da Cunha Pereira⁶**

¹ Pesquisa desenvolvida na disciplina de Saneamento Básico 1 do curso de Engenharia Civil - DCEEng.

² Graduanda em Engenharia Civil- DCEEng -UNIJUI, carineott1@gmail.com.

³ Graduando em Engenharia Civil - DCEEng- UNIJUI, katuayz@gmail.com.

⁴ Graduando em Engenharia Civil - DCEEng- UNIJUI, rafaeldachary@gmail.com.

⁵ Graduando em Engenharia Civil- DCEEng -UNIJUI, williamcoden@gmail.com.

⁶ Professora Orientadora- DCEEng- UNIJUI, fernanda.cunha@unijui.edu.br.

INTRODUÇÃO

A disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil é uma questão que vem sendo amplamente discutida por suplantar várias áreas como saneamento básico, meio ambiente, inserção social com geração de empregos, a economia dos processos de triagem e reciclagem dos materiais e, mais recentemente, o aproveitamento energético dos gases provenientes dos aterros. (PROSAB, 2003). Além disso, os problemas gerados pelo manejo inadequado dos resíduos sólidos urbanos não se restringem ao âmbito ambiental. Problemas de saneamento também são evidenciados através de patologias transmitidas por vetores e pela exposição dos resíduos em encostas de rios (RIBEIRO, 2011).

Assim que foi divulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos em 2010, tornou-se pertinente às prefeituras brasileiras analisarem as possibilidades de destinação dos resíduos a fim de se adequar com a Lei. Condenando a disposição de resíduos sólidos em lugares comumente conhecidos como lixões, a Lei Federal nº 12.305/2010 determinava a extinção destes até agosto de 2014. Entretanto, devido à dificuldade encontrada por grande parte dos municípios à adequação da norma, uma emenda estabeleceu prazos entre 2018 e 2021, de acordo com o município (SALOMÃO, 2015).

A fim de atender a norma, a opção pelos aterros sanitários é hoje a forma de disposição mais viável dentro da realidade brasileira, tanto do ponto de vista técnico quanto de ponto de vista econômico. Porém, a implantação de um aterro conta com a minimização da geração, a triagem para manejo diferenciado, o reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos sólidos gerados, direcionando para o aterro sanitário apenas os rejeitos. (PROSAB, 2009).

Visto isto, objetiva-se com este trabalho estudar de forma geral os aspectos que devem ser observados para a implantação de um aterro sanitário no município de Ijuí a fim de atender a produção de lixo gerada pela população, trabalhando de forma mais específica as possíveis técnicas e custos.

METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica e documental. Esses instrumentos

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

foram utilizados a fim de buscar a sustentação teórica necessária, informações financeiras, comportamento dos gastos, geração de lixo e da população no período que serviu de base para o estudo. Pesquisa bibliográfica permite a construção de definições com base em diversas publicações e, por este motivo, está sempre presente em estudos, seja de forma exclusiva ou em conjunto com outros tipos de pesquisas (BEUREN, 2008).

O estudo dos custos de um aterro sanitário bem como a avaliação econômica do mesmo não são processos simples. Devem ser levados em consideração todas as etapas do aterro (projeto, implantação, operação e monitoramento pós-encerramento). Devido à variedade de especificidades de cada projeto, é difícil definir valores comparativos que incluam a extensa gama de variáveis envolvidas, como escolha da área, a época do ano, serviços de terraplanagem, vias de acesso, obras de drenagem e infraestrutura, custo de materiais empregados, custos operacionais dos equipamentos mecânicos, mão-de-obra e custos de manutenção das instalações como um todo (PROSAB, 2003).

A vida útil de um aterro sanitário está relacionada ao crescimento populacional e à geração de resíduos. Para estudar o porte do aterro a fim de atender o município de Ijuí, utilizou-se o método de estatística de crescimento geométrico segundo citado por Metcalf and Eddy (1991), utilizando a ferramenta Excel. Realizou-se estudos populacionais que incluem o levantamento dos dados históricos de população, por meio dos dados do IBGE, bem como a variação do crescimento de lixo coletado no Rio Grande do Sul com base em ABRELPE entre os anos de 2010 e 2015. Projetou-se o volume de lixo coletado/dia em 22 anos (considerando 2 anos de projeto de implantação) a fim de garantir o bom funcionamento do aterro.

Para os custos, aderiu-se aos valores orçados por ABETRE e FGV (2009). Devido a defasagem temporal, corrigiu-se os valores nominais de 2007 (ano dos dados) para 2017, tomando por base a evolução do Índice Nacional da Construção Civil – INCC.

A fim de analisar um aterro sanitário para atender o município de Ijuí, adotou-se como fato inicial que, com a implantação da primeira célula, a atividade de prestação de serviços de aterramento ao longo da vida útil da primeira célula (em média, quatro anos) gera receitas suficientes para cobrir os custos de operação e as necessidades de investimento futuras para a expansão das novas células. A rentabilidade média, bem como fluxo de caixa de aterros sanitários, pode ser vista em Martins (2014).

ESTUDO DAS TÉCNICAS

Na implantação, as atividades que deverão ser executadas como apoio à atividade de operação/aterramento dos resíduos são as etapas de projeto como a limpeza e isolamento da área, construção de estruturas de apoio (portaria, balança), melhoria e/ou implantação de vias de acesso, terraplanagem, construção das trincheiras, sistemas de drenagem superficial, de drenagem de lixiviados e gases, impermeabilização de fundo e laterais, poços de monitoramento e obras de infraestrutura para o sistema de tratamento de lixiviado (PROSAB, 2003).

Segundo ARAÚJO (2001), são basicamente três métodos existentes para construção de aterro sanitários: rampas, áreas e trincheiras (ou valas). A escolha se baseia nas características físicas e geográficas do local. Dentre elas recomenda-se o método das trincheiras como o mais usual para os mais variados tipos geográficos. Este trata-se da abertura de trincheiras a partir da superfície do solo, onde o lixo é disposto, compactado e recoberto com o próprio solo anteriormente escavado.

Dentre várias possibilidades na composição do sistema de um aterro sanitário, alguns elementos

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

são indispensáveis para o funcionamento do mesmo. Assim, seguindo uma sequência de normas e técnicas, o tratamento dos lixiviados e gases, impermeabilização do solo, e cuidados com os afluentes subterrâneos são elementos fundamentais. A impermeabilização do solo em toda a extensão da trincheira, o mais usual e eficiente é a geomembrana PEAD (polietileno de alta densidade). Já o tratamento dos lixiviados utiliza-se canalização de PVC perfurada que ficará em toda extensão no fundo da trincheira para drenagem do mesmo para local de tratamento específico. Para o problema dos gases liberados na compostagem do lixo, um dreno com um queimador na saída é instalado de forma a realizar a queima dos mesmos (PROSAB, 2003).

ESTUDO DOS CUSTOS

Segundo reportagem do Jornal da Manhã de Ijuí (2015), o lixão da cidade foi desativado em 2013, tornando-se apenas local de transbordo para posterior destinação ao aterro sanitário da cidade de Giruá. O serviço está funcionando até o momento, contudo, além de apresentar altos custos, o breve esgotamento da capacidade do aterro em Giruá induz a necessidade da implantação de um aterro sanitário no município de Ijuí descrito pela promotora Diolinda Hanush como “indispensável”.

ABRETE e FGV (2009) realizaram estudos utilizando técnicas de engenharia econômica para calcular o preço médio de equilíbrio que assegure a viabilidade do empreendimento, com retorno mínimo para o acionista. Todos os custos foram computados assumindo-se conformidade com os padrões e normas oficiais de funcionamento de aterros sanitários. Não foi considerado aproveitamento de biogás pela modelagem ser incerta e imprecisa. Os investimentos em aterros sanitários podem ser divididos em cinco etapas: pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-operação, as quais são apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Estimativa de custos de aterros sanitários típicos

CUSTO (R\$)		TIPO		
Etapas	Duração	Grande- 2.000 ton./dia	Médio- 800 ton./dia	Pequeno 100 ton./dia
Pré-implantação e Construção	ano 1 e 2	22,3 mi	11,5 mi	3,3 mi
Operação	ano 3 a 22	461,5 mi	206,5 mi	45,5 mi
Encerramento e pós-encerramento	ano 23 a 42	42,1 mi	18,5 mi	3,7 mi
Total	42	525,9 mi	236,5 mi	52,5 mi
Preço médio por tonelada	-	46,81	54,11	101,8

Fonte: adaptado de ABETRE e FGV (2009).

Estudos realizados pela ABRELPE (2011) apontam que a quantidade per capita de RSU gerados tem aumentado em proporção superior ao crescimento populacional, mas espera-se que com políticas de conscientização a diminuição do aterramento e o aumento da reciclagem tornem-se uma tendência mundial. Segundo IBGE (2008), o gerenciamento dos RSU gera gastos públicos com atividades de coleta, limpeza pública e destinação final do lixo e podem representar gastos de até 20% do orçamento dos municípios.

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

Tendo visto a significância do gerenciamento de RSU para os gastos públicos, observa-se os volumes de RSU coletados na cidade de Ijuí no primeiro semestre de 2015 bem como os custos com esse serviço (Figura 2).

Figura 2: Coleta de RSU da cidade de Ijuí no primeiro semestre de 2015.

RSU média coletados 2015 (ton./mês)	População	RSU coletado per capita (Kg/dia)	Preço tonelada(R\$)
1504,81	82.833	0,605	116,82*

Fonte: autoria própria com base em FEE e JM Ijuí. *Já estão somados os valores dos operadores das máquinas utilizadas, dos veículos, da depreciação destes, combustíveis, entre outros.

Assim como referido na metodologia, obteve-se os valores para o volume de RSU coletados de 73,5 t/dia, projetados através do método estatístico geométrico. Observou-se juntamente com a tendência de crescimento populacional o aumento na produção de RSU para o município de Ijuí. Entretanto, a quantidade de RSU coletados com destinação ao aterro não deve chegar a 100t/dia, classificando assim o aterro como de pequeno porte.

Com a classificação de pequeno porte, utiliza-se o valor estudado por ABETRE e FGV (2009) de 3,3 milhões de reais para a implantação do aterro sanitário (figura 1). Considerando ainda que as informações disponíveis sobre custos de tecnologias apresentam, em sua maioria, alguma defasagem temporal, fez-se necessário atualização de valores. O valor de 3,3 milhões (dezembro de 2007), referentes à etapa de projetos e implantação, foi atualizado em R\$ 6.297.252,51 (janeiro de 2017).

Segundo o estudo de ABETRE e FGV (2009), a viabilidade de um aterro de porte pequeno- caso de Ijuí- fica comprometido devido o nível de receita com que se é necessário operar para obter uma TIR(taxa interna de retorno) exigida. Conforme a figura 2, o preço pago por tonelada de lixo no primeiro semestre de 2015 era de R\$ 116,82, atualizado em R\$ 129,51 para 2017 (atual). A figura 1 nos mostra o valor de R\$ 101,8 como preço médio de equilíbrio por tonelada de lixo (dados 2007), atualizado em R\$ 194,26. Esses valores nos permitem confirmar a dificuldade econômica para a operação desse aterro em comparativo ao valor pago no sistema atual.

O estudo completo de fluxo de caixa, TIR, VPL e Preço Médio de equilíbrio para todos os portes de aterro sanitário podem ser vistos em ABETRE e FGV (2009).

CONCLUSÕES

Com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos foram estabelecidas novas metas a serem cumpridas em relação ao manejo e destinação dos RSU. Dentre outras políticas, a destinação correta dos resíduos em um aterro sanitário é uma adequação a ser atendida. Para isso, o presente trabalho procurou estimar os custos de implantação de um aterro sanitário para atender o município de Ijuí com base em pesquisas relevantes, bem como entender a presente situação do município em relação a destinação do lixo.

É importante ressaltar a complexidade de uma análise de técnicas e custos para projeto, implantação, operação, monitoramento e encerramento de uma obra do porte de um aterro sanitário. O fato de implantar um aterro sanitário em Ijuí causa também um impacto ambiental relevante. Ainda há que se discutir as prioridades e a relação custo-benefício tanto ambientalmente, quanto economicamente falando.

Recomenda-se a continuação da pesquisa sobre um projeto de aterro sanitário para atender o município de Ijuí. Há possibilidade do recebimento de resíduos das cidades vizinhas,

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

consequentemente, aumentando o porte da obra e tornando-a mais viável economicamente. Além disso, uma gestão eficiente de resíduos sólidos é capaz de criar um grande número de empregos, gerando ganhos econômicos para a sociedade. No caso da disposição final, pode haver retorno do investimento por meio da comercialização de materiais recicláveis, comercialização dos fertilizantes provenientes do processo de compostagem e comercialização de energia gerada pelo biogás captado, assim como se pode considerar também a negociação de créditos de carbono.

Palavras-Chave: aterro sanitário; lixo; meio ambiente.

Keywords: landfill; trash; environment.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ABRELPE Associação Brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais- **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. Disponível em: . Acesso em: 03 jun. 2017.

ARAÚJO, Suzana Michelinne Dellabianca. **Projeto, Construção e Monitoramento de Células de Resíduos Sólidos com Aceleração da Decomposição**. 2001. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de Brasília - Rio Grande do Sul, 2001.

BEUREN, Ilse Maria. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

FEE- Fundação de Economia e Estatística. Disponível em: . Acesso em 5 de julho de 2017.

INCC- Correção de Valor por Índice. Plataforma Calculador,. Disponível em: . Acesso em 3 de junho de 2017.

MARTINS, G. **Atuação do BNDES no setor de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: BNDES, 2014.

Metcalf and Eddy. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse**. 3rd Edition, New York: McGraw-Hill, 1991.

PLAMSAB. Plano Municipal de Saneamento Básico Participativo do Município de Ijuí. **Diagnostico do Saneamento Básico Volume I**. 2011. 157 f. Disponível em: http://www.ijui.rs.gov.br/paginapref/downloads/plano_municipal_de_saneamento_-_plamsab. Acesso 09 de Maio de 2017.

PROSAB- Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. **Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras**/Luciana Paulo Gomes (coordenadora). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

_____. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**/Armando Borges de Castilhos Junior (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2003.

RIBEIRO, Renan Lucas Pacheco. **Análise da viabilidade ambiental e econômica para implantação de aterro sanitário em Sarandi - RS**. Trabalho de Conclusão de Curso. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011.

SALOMÃO, Lucas. **Senado aprova prorrogação do prazo para extinção de lixões**. Disponível em: . Acesso em 26 de maio de 2017.