

PROPOSIÇÃO DE MELHORIA NO GERENCIAMENTO DE RSU: IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL

Ritielli Berticelli¹ (ritiberticelli@yahoo.com.br), Eduardo Madeira Brum² (eduardobrum@upf.br), Aline Pimentel Gomes² (alinegomes1977@hotmail.com)

1 UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA
2 UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

RESUMO

O cumprimento das diretrizes estabelecidas pela Lei nº 12.305/2010 é obrigatório e, portanto, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de buscar novos modelos de gestão integrada de RSU, firmando um marco norteador para a consecução de uma gestão sustentável. Nesse contexto tem-se como objetivo propor um cenário que contemple a instalação e operação de um aterro sanitário no município de Passo Fundo/RS. A metodologia consistiu na elaboração de cenários com alternativas de gestão. O Cenário I considerou a manutenção das condições atuais do sistema de RSU do município, terceirizando a disposição final e encaminhando os rejeitos para um aterro sanitário localizado a mais de 300 km de distância. O cenário emergencial considerou uma alternativa local de triagem e disposição final dos rejeitos. As principais características técnicas, econômicas e operacionais destes cenários foram levantadas, sendo realizada a análise de viabilidade econômica dos mesmos. Os resultados demonstram uma redução de custos de 16% com a aplicação do Cenário emergencial proposto.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Aterro sanitário; Gestão.

PROPOSAL OF IMPROVEMENT IN MSW MANAGEMENT: IMPLEMENTATION OF MUNICIPAL LANDFILL

ABSTRACT

Compliance with the guidelines established by law n. 12,305 is required and, therefore, this research is justified by the need to seek new models of integrated management of MSW, establishing a guiding landmark for the achievement of sustainable management. In this context it has as objective to propose a scenario that includes the installation and operation of a landfill in the city of Passo Fundo/RS. The methodology consisted in the elaboration of alternative management scenarios. The scenery I considered the maintenance of the current conditions of MSW, outsourcing final disposal and forwarding the waste to a landfill located more than 300 km away. The emergency scenario was considered an alternative place of final disposal of waste the key technical features, these operating and economic scenarios were raised, and the analysis of economic feasibility of the same. The results show a 16% cost reduction by applying the emergency Scenario.

Keywords: Solid Waste; Landfill; Management.

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional, a economia em expansão, a rápida urbanização e o aumento dos padrões de vida da comunidade aceleraram a taxa de geração de resíduos sólidos urbanos (MINGHUA et al., 2009). Os municípios, responsáveis pela gestão de RSU têm o desafio de proporcionar um sistema eficaz e eficiente para os habitantes (GUERRERO et al., 2013). No entanto, muitas vezes eles enfrentam dificuldades de solução que vão além da capacidade da autoridade municipal (SUJAUDDIN et al., 2008), principalmente devido à falta de organização, recursos financeiros e à complexidade do sistema de gestão (BURNTLEY, 2007).

Segundo a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), a gestão dos resíduos sólidos deve ser realizada observando-se a hierarquia da Política Nacional de Resíduos Sólidos, nos seguintes pontos fundamentais: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e por fim,

após esgotadas todas as possibilidades de reutilização e reciclagem, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

As parcerias público-privadas, por meio da terceirização dos serviços, surgiram como uma alternativa para melhorar o desempenho dos serviços a custos mais baixos (COINTREAU et al. 2000; ZHU et al., 2007; ABDRAHO, 2008). Porém, a abordagem dos aspectos financeiros, como contabilidade de custos e avaliação financeira, é fundamental para garantir a sustentabilidade do sistema de gestão de resíduos sólidos, garantindo um serviço de qualidade com custos compatíveis e com constantes investimentos no setor (LOHRI; CAMENZIND; ZEBRUGG, 2014). Estes métodos são raramente utilizados e muitas vezes o município não sabe o custo real da prestação do serviço (BARTONE et al., 1990; DIAZ et al., 1999; SCHÜBELER, 1996; WILSON et al., 2012). Sendo assim, antes do poder público tomar qualquer decisão sobre como proceder novas estratégias de gestão de RSU é indispensável estabelecer um entendimento completo dos custos atuais para provisão dos serviços futuros e das respectivas receitas (HOORNWEG et al., 2005).

O município de Passo Fundo/RS é uma cidade de médio porte que possui uma geração significativa de RSU, aproximadamente 4.478 t/mês. A gestão de resíduos sólidos do município não segue o modelo descrito na hierarquia estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois não possui aproveitamento da parcela orgânica dos resíduos, não dispõe de alternativas de tratamento e disposição final e faltam programas de conscientização e educação ambiental. Além disso, o custo com transporte e disposição final dos rejeitos é bastante elevado, pois os rejeitos são encaminhados para aterro sanitário terceirizado, localizado a mais de 300 km de distância, no município de Minas do Leão.

Verificando os impactos que os resíduos sólidos podem causar e a precariedade da gestão dos RSU atual no município de Passo Fundo/RS, algumas alternativas devem ser avaliadas visando melhorar a gestão, aumentando sua eficiência, diminuindo seus custos e colaborando com a preservação do meio ambiente.

2. OBJETIVO

O cumprimento das diretrizes estabelecidas pela Lei nº 12.305/2010 é obrigatório e, portanto, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de buscar novos modelos de gestão integrada de RSU, firmando um marco norteador para a consecução de uma gestão sustentável. Nesse contexto tem-se como objetivo propor um cenário que contemple a instalação e operação de uma central de triagem e um aterro sanitário no município de Passo Fundo/RS.

3. METODOLOGIA

O município está localizado no estado do Rio Grande do Sul, pertencendo a Mesorregião Noroeste Rio-grandense e a Microrregião de Passo Fundo, estando a uma altitude de aproximadamente 687 m (FAMURS, 2014). Conforme os dados do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PASSO FUNDO, 2014) a população estimada do Município de Passo Fundo/RS em 2015 é de 193.055 habitantes.

- a. Descrição da quantidade e composição dos RSU gerados no município de Passo Fundo/RS

Nesta fase foi realizado um levantamento referente à origem, composição gravimétrica e quantidade dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Passo Fundo/RS. As informações sobre a composição gravimétrica foram obtidas através da literatura e as informações de geração dos resíduos foram obtidas de forma secundária, através de informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAM) de Passo Fundo/RS. Estas informações foram obtidas por meio de questionários enviados à SMAM e também de forma presencial.

b. Caracterização do atual sistema de gestão de RSU aplicado no município

Nesta etapa foi realizado um diagnóstico da estrutura operacional, fiscalizatória e gerencial existente no território municipal. As informações foram obtidas de forma primária, através de visitas técnicas e de forma secundária, por meio do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2014) e através de informações e contratos repassados pela SMAM de Passo Fundo/RS.

c. Levantamento dos custos envolvidos no atual sistema de gestão dos RSU do município

Esta fase consistiu no levantamento em relação aos custos dos processos atuais, informações gerais das finanças do município, informações sobre receitas para o gerenciamento dos resíduos, registros e detalhes de existência ou não da cobrança pelos serviços. Os dados primários foram conseguidos junto à Prefeitura Municipal, na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria de Finanças, através de planilhas, contratos e registros contendo informações sobre os custos envolvidos com o manejo dos resíduos sólidos.

d. Prognóstico da projeção populacional e projeção de demandas

Essa fase teve como base a projeção do crescimento da população em função da geração per capita dos resíduos, para que as diversas intervenções atendam plenamente o objetivo da universalização do setor, tanto na zona urbana quanto na zona rural do município para o horizonte de 20 anos. Os dados para projeção populacional foram obtidos no PMSB (PASSO FUNDO, 2014).

e. Elaboração de um cenário que representa uma alternativa de disposição dos RSU gerados no município de Passo Fundo/RS

O cenário inercial (Cenário I) teve um conteúdo essencialmente técnico, com um tratamento racional das probabilidades e procurou intencionalmente excluir as vontades e os desejos dos formuladores no desenho e na descrição dos futuros, onde as tendências do passado foram mantidas ao longo do período de planejamento.

O cenário emergencial (Cenário II) refletiu a melhor situação possível para o futuro, onde a melhor tendência de desenvolvimento é realizada ao longo do período de planejamento, considerando a realidade atual do município, sem preocupação com a plausibilidade. Considera uma alternativa local de disposição final dos rejeitos. Dessa forma, o município passaria a ter um aterro sanitário e os rejeitos não seriam mais encaminhados para outro município como acontece atualmente. Neste Cenário está previsto a mudança na disposição final dos rejeitos, com a aquisição de uma nova área onde será implantado o aterro sanitário. O empreendimento avaliado é um aterro sanitário que atenda a demanda do município pelos próximos 20 anos.

Os custos com a coleta e manutenção dos contêineres, auxílio financeiro às associações/cooperativas, operação da central de triagem e limpeza urbana foram mantidos conforme cenário real atualmente praticado, pelo fato de não haver mudanças nestas etapas do gerenciamento, que deverá ser realizado através da terceirização dos serviços. Sendo assim, a alteração da presente pesquisa consiste em uma alternativa de disposição final no próprio município, proporcionando um menor percurso, reduzindo dessa maneira o custo com transporte.

f. Realização da análise da viabilidade econômica para implantação deste cenário no município

O Cenário II foi definido com base nas principais características técnicas e econômicas envolvidas para implantação, instalação e operacionalização do sistema proposto. Para isto, foi realizada uma pesquisa sobre o tema com análise de pesquisas já existentes e projetos já implantados. Foi realizada também uma pesquisa de mercado, visando compilar dados de gastos com materiais e

equipamentos utilizados na instalação e implantação, mão-de-obra especializada e serviços diversos para implementação de cada sistema.

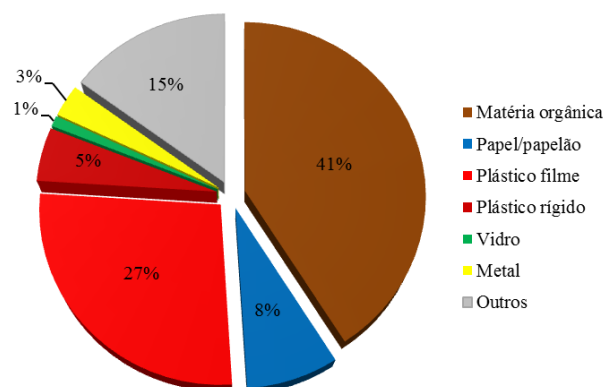
Foram realizadas consultas e pedidos de cotação a empresas do ramo, consulta a editais de licitação e planilhas de cálculos realizados em diversos municípios, consulta a trabalhos desenvolvidos sobre o tema, pesquisas no Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, no Sistema de Custos Rodoviários- SICRO do DNIT e no software Pleo – Planilha Eletrônica de Orçamentos, com o intuito de se obter um orçamento e estabelecer um levantamento para posterior avaliação econômica. Para esta análise, foram relacionados em um fluxo de caixa os investimentos e os gastos para construção e instalação, bem como os custos e despesas com materiais, equipamentos e mão-de-obra utilizados na operação do aterro sanitário:

- 1) Investimento inicial: contemplando os gastos com programas e projetos, licenças ambientais, implantação e/ou construção, instalações e materiais e/ou equipamentos;
- 2) Custos e despesas: gastos com materiais de escritório e limpeza, contas de água, luz e telefone, pessoal, veículos, equipamentos gerais e despesas legais;
- 3) Custos de manutenção: gastos com manutenções preventivas e corretivas dos sistemas e programas;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Passo Fundo/RS não dispõe de dados oficiais sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos. Em um estudo realizado na área do aterro controlado de São João da Bela Vista de Passo Fundo/RS por Mattei e Escosteguy (2007), foi obtida a composição gravimétrica, assim como demonstra a Figura 1.

Figura 1: Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares



Fonte: Adaptado de Mattei e Escosteguy (2007).

Segundo Plano Estadual de Resíduos Sólidos (RIO GRANDE DO SUL, 2014), nos municípios de médio porte, em torno de 60% dos resíduos são matéria orgânica. A composição gravimétrica dos RSU no Brasil é 51,4% matéria orgânica, 31,9% recicláveis e 16,7% outros (ABRELPE, 2011). No que se refere à matéria orgânica, percebe-se que os dados encontrados para o município de Passo Fundo estão 19% abaixo dos índices encontrados no Rio Grande do Sul e 9,6% abaixo dos índices encontrados no Brasil.

Ainda de acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (RIO GRANDE DO SUL, 2014) a geração per capita de RSU adotada para municípios de médio porte (50.001 a 300.000 habitantes) é de 0,8 kg.hab.⁻¹ dia⁻¹. Conforme os dados da Prefeitura Municipal de Passo Fundo – RS, tomando por base a população de 2015 estimada em 193.055 habitantes (PASSO FUNDO, 2014), a geração per capita média é de 0,82 kg.hab.⁻¹ dia⁻¹ totalizando uma geração média de 4.778 t/mês.

Cenário I

O Cenário I considera a continuação do atual sistema de gestão de resíduos sólidos, sem novos investimentos, mantendo os custos atuais para os próximos 20 anos. As empresas terceirizadas continuam sendo contratadas para realização da coleta, triagem, segregação, transporte, destinação final e limpeza urbana por isso não há gastos com investimento inicial.

Os custos operacionais considerados foram os custos totais com a atual gestão dos resíduos, conforme Tabela 1. Neste cenário, há continuação da terceirização sob responsabilidade de empresas contratadas para os serviços de coleta, limpeza e manutenção dos contêineres, operação da central de triagem, transporte e disposição final dos rejeitos e limpeza urbana.

Tabela 1: Custos operacionais – Cenário I

Serviços	Total anual (R\$)
Coleta	6.594.866,88
Manutenção de contêineres	1.637.160,00
Triagem/reciclagem	72.000,00
Operação da central de triagem, transporte e disposição final	10.070.826,51
Limpeza urbana	3.300.000,00
Total	21.674.853,39

A projeção deste cenário para os próximos 20 anos foi realizada considerando-se o parâmetro de aumento populacional. Os dados da projeção populacional foram obtidos através do PMSB (PASSO FUNDO, 2014). A projeção de geração de RSU foi definida a partir da projeção populacional e da geração per capita. Este valor foi mantido para todo o horizonte estudado, pois o aumento na taxa de geração per capita durante este período é baixa, não alterando significativamente o valor gerado. Com a projeção do aumento populacional e levando em consideração o custo atual por habitante com a gestão dos RSU, foi possível obter o custo total do Cenário I, conforme apresentado na Tabela 2. A inflação não foi considerada em nenhum dos cenários, pois o índice é o mesmo, não acarretando diferenças nas comparações entre eles.

Tabela 2: Custo total Cenário I

Ano	Habitantes	Custo anual (R\$)
2015	193.055	21.674.853,39
2016	194.744	21.864.482,40
2017	196.448	22.055.795,50
2018	198.167	22.248.792,69
2019	199.901	22.443.473,98
2020	201.650	22.639.839,36
2021	203.294	22.824.416,08
2022	204.950	23.010.340,08
2023	206.621	23.197.948,17
2024	208.305	23.387.015,81
2025	210.002	23.577.542,99
2026	211.714	23.769.754,28
2027	213.439	23.963.425,11
2028	215.179	24.158.780,03
2029	216.933	24.355.706,78
2030	218.701	24.554.205,34
2031	220.483	24.754.275,73
2032	221.982	24.922.572,87
2033	223.492	25.092.105,02
2034	225.012	25.262.759,90
Total (R\$)		469.758.085,48

Cenário II

- ✓ Investimento inicial

A definição do local do aterro sanitário será considerada a uma distância média de 20 km entre o aterro e a usina. Este valor foi estimado, com base na análise do mapa elaborado no PMSB (PASSO FUNDO, 2014) com indicação de áreas potenciais para receberem o aterro sanitário.

O investimento inicial para o projeto do aterro sanitário foi determinado através do dimensionamento do mesmo para atender a demanda de geração de RSU do município.

A área total necessária para implantação do aterro sanitário foi estimada de acordo os cálculos para dimensionamento do aterro sanitário, para o qual será necessária uma área de 30 hectares para que todas as instalações sejam feitas. O valor da área foi estimado através de uma consulta a empresa do setor imobiliário. O valor da área no município de Passo Fundo/RS foi estimado com um corretor de imóveis, com mês de referência abril/2015. Adotou-se o valor médio R\$ 55.000,00/ha. Multiplicando-se o custo estimado por hectare (R\$ 55.000,00) pela área necessária (30 ha) o que resultou no total de R\$ 1.650.000,00. O orçamento compreendeu a aquisição de uma área para implantação de 30 ha, além dos custos com:

- 1) Projeto básico e executivo do empreendimento;
- 2) Licenciamentos ambientais (consultoria e taxas);
- 3) Sondagens no solo;
- 4) Topografia e locações de implantação;
- 5) Terraplenagem;
- 6) Abertura de acessos empedrados;
- 7) Cercamento da área com tela e com barreira vegetal;
- 8) Instalação de infraestrutura básica (rede elétrica, poço tubular, fossa séptica);
- 9) Sistema de vigilância;
- 10) Poços de monitoramento;
- 11) Guarita com balança rodoviária com capacidade para veículos de até 20 m, área administrativa equipada, vestiários, refeitório equipado que somam uma área de 400 m²;
- 12) Galpão aberto pré-moldado para depósito das máquinas de 800 m²;
- 13) Células de disposição para atender a demanda de disposição final de todos os rejeitos gerados no município por um período de 20 anos (9 células), com sistema de impermeabilização, sistema de drenagem superficial, sistema de drenagem de lixiviados, sistema de drenagem de gases e sistema de cobertura superficial (conforme memorial do aterro – APENDICE A);
- 14) Estação de tratamento de efluentes – ETE;
- 15) Verba para plano de recuperação da área com ações de recuperação;

O investimento inicial para o empreendimento, contemplando os gastos incidentes, foi orçado em R\$ 19.201.851,05, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Custo com investimento inicial – Cenário II.

Etapas	Total (R\$)
1. Projetos	200.000,00
2. Licenciamentos	363.513,75
3. Infraestrutura	2.962.263,99
4. Operação trincheira	13.236.624,64
5. Operação área	1.601.711,10
6. Sistema de drenagem de águas superficiais	251.357,28
7. Estação de tratamento de efluentes	72.059,98
8. Máquinas e equipamentos	120.000,00
9. Paisagismo, encerramento e cuidados posteriores	174.500,00
10. Execução (engenheiro)	30.000,00
11. Imprevistos/contingências	189.820,31
Total	19.201.851,05

Portanto, o Cenário II prevê um investimento inicial de R\$ 19.201.851,05 com o aterro sanitário. Com base na premissa de buscar um financiamento para o empreendimento, pode-se enquadrar o município em um dos programas do governo federal para obter este financiamento. Foi simulado em outubro de 2015, quando da realização desta etapa do estudo, um financiamento do Programa Saneamento para Todos, setor de manejo de resíduos sólidos. O Programa Saneamento Para Todos possui uma taxa de juros total (incluindo juros nominal + taxas) de 9% a.a. A contrapartida mínima é de 5% do valor do investimento e o prazo de amortização é de 180 meses (CEF, 2015). O sistema de amortização do financiamento é constante (SAC) e o financiamento possibilita carência de até 4 anos. Para este estudo como hipótese de simplificação não se considerou período de carência. O valor da contrapartida mínima (5%) que deverá ser pago de entrada no financiamento é de R\$ 960.092,55. O valor restante R\$ 18.241.758,50 será financiado nas condições descritas anteriormente.

✓ Gastos operacionais

O gasto de operação será composto pelos gastos com insumos tais como materiais de escritório e limpeza, contas de água, luz, internet e telefone, mão de obra, despesas com máquinas e equipamentos e despesas legais.

Alguns parâmetros que foram utilizados para o dimensionamento da infraestrutura a ser implantada e os equipamentos que devem ser adquiridos para a operação da central de triagem foram extraídos da publicação “Elementos para a organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem” (PINTO E GONZÁLEZ, 2008) e do guia Unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ, 2013).

Os gastos operacionais fixos compostos pela mão de obra foram determinados com base nos salários para operação do empreendimento e foram estimados através dos valores praticados na região para cada profissional, com base no Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de Passo Fundo (SINDUSCON, 2015), considerando a operação do aterro de 8 horas por dia. Além disso, foi considerado também o valor de encargos sociais, definida em 85%.

Quanto aos insumos utilizados, à água será fornecida pelo poço tubular, sendo o seu valor de perfuração, instalação e outorga definidos nos custos de implantação, tendo como o custo somente as análises necessárias e manutenções do poço. O consumo de energia foi calculado em função da estimativa de consumo no escritório, guarita, refeitório e iluminação noturna. O custo unitário foi obtido da concessionária que fornece energia em Passo Fundo.

Para a operação e manutenção da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) foram consideradas despesas como produtos químicos e com a manutenção dos equipamentos. As máquinas necessárias para operação do aterro sanitário foram definidas de acordo com o Guia para Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos (OBLADEN et al., 2009) e Barros (2012).

Os custos operativos com as máquinas foram calculados utilizando metodologia do DNIT através do Sistema de Custos Rodoviários- SICRO (DNIT, 2015), com o mês de março de 2015 como referência.

Os custos com Equipamentos de Proteção Individual foram calculados baseando-se na metodologia de Jadovski (2005). As despesas administrativas foram estimadas referentes aos gastos com contabilidade, material escritório e limpeza e internet e telefone para o escritório, com base em previsão de demanda para estes serviços.

A Tabela 44 apresenta um somatório dos gastos operacionais do empreendimento.

Tabela 4: Custos e Despesas para a operação do aterro sanitário

Parâmetros operacionais	Gasto mensal (R\$)	Gasto anual (R\$)
Mão de obra	28.996,90	347.962,80
Manutenção poço tubular	166,67	2.000,00
Energia	1.480,00	17.760,00
Manutenção balança rodoviária	250,00	3.000,00
ETE	1.000,00	12.000,00
Custo horário máquinas	62.379,46	748.553,52
EPI	326,67	3.920,00
Despesas Administrativas	1.438,00	17.256,00
Total (R\$)	96.037,69	1.152.452,32

Além dos custos e despesas para a operação do aterro sanitário, foi adicionado o valor gasto com a coleta dos resíduos, manutenção dos contêineres e operação da central de triagem, incentivo às associações/cooperativas e limpeza urbana. Além disso, considerou-se também o transporte dos rejeitos da central de triagem até o local do aterro sanitário (considerando 20 km de distância). O valor do transporte foi calculado de acordo com a quantidade de rejeitos transportada em função da distância percorrida (40 km ida e volta). Ou seja, foram consideradas 6 cargas/dia, 240 km percorridos/dia, sendo necessário dois caminhões. A estimativa do custo foi baseada na metodologia do DNIT através do Sistema de Custos Rodoviários- SICRO (DNIT, 2015), com o mês de março de 2015 como referência. Foram calculados os valores médios da hora para o equipamento com base no custo da hora operativa e improdutiva. A metodologia considera os custos de propriedade (depreciação, custo de oportunidade de capital, seguros e impostos), custo de operação (combustível, filtros e lubrificantes, mão de obra) e custo de manutenção (reparos em geral, material rodante/pneus, partes de desgaste). Na Tabela 15 apresenta-se os gastos operacionais para implantação do Cenário II.

Tabela 1: Gastos operacionais com a implantação do Cenário II.

Ano	Coleta (R\$)	Manutenção contêineres (R\$)	Associações/ Cooperativas (R\$)	Operação central de triagem (R\$)	Transporte (R\$)	Disposição final (R\$)	Limpeza Urbana (R\$)	Total (R\$)
2015	6.594.866,88	1.637.160,00	72.000,00	3.607.205,84	437.754,24	1.152.452,32	3.300.000,00	16.801.439,28
2016	6.652.455,04	1.651.429,12	72.055,28	3.637.817,92	442.068,88	1.152.452,32	3.328.174,96	16.936.453,52
2017	6.710.663,68	1.665.879,04	72.685,76	3.669.648,64	445.936,96	1.152.452,32	3.357.296,32	17.074.562,72
2018	6.769.384,72	1.680.456,16	73.321,79	3.701.759,56	449.839,09	1.152.452,32	3.386.674,03	17.213.887,67
2019	6.828.618,16	1.695.160,48	73.963,37	3.734.150,68	453.775,27	1.152.452,32	3.416.308,09	17.354.428,37
2020	6.888.364,00	1.709.992,00	74.610,50	3.766.822,00	457.745,50	1.152.452,32	3.446.198,50	17.496.184,82
2021	6.944.523,04	1.723.933,12	75.218,78	3.797.531,92	461.477,38	1.152.452,32	3.474.294,46	17.629.431,02
2022	7.001.092,00	1.737.976,00	75.831,50	3.828.466,00	465.236,50	1.152.452,32	3.502.595,50	17.763.649,82
2023	7.058.173,36	1.752.146,08	76.449,77	3.859.680,28	469.029,67	1.152.452,32	3.531.152,89	17.899.084,37
2024	7.115.698,80	1.766.426,40	77.072,85	3.891.137,40	472.852,35	1.152.452,32	3.559.932,45	18.035.572,57
2025	7.173.668,32	1.780.816,96	77.700,74	3.922.837,36	476.704,54	1.152.452,32	3.588.934,18	18.173.114,42
2026	7.232.150,24	1.795.334,72	78.334,18	3.954.817,52	480.590,78	1.152.452,32	3.618.192,26	18.311.872,02
2027	7.291.076,24	1.809.962,72	78.972,43	3.987.040,52	484.506,53	1.152.452,32	3.647.672,51	18.451.683,27
2028	7.350.514,64	1.824.717,92	79.616,23	4.019.543,72	488.456,33	1.152.452,32	3.677.409,11	18.592.710,27
2029	7.410.431,28	1.839.591,84	80.265,21	4.052.308,44	492.437,91	1.152.452,32	3.707.384,97	18.734.871,97
2030	7.470.826,16	1.854.584,48	80.919,37	4.085.334,68	496.451,27	1.152.452,32	3.737.600,09	18.878.168,37
2031	7.531.699,28	1.869.695,84	81.578,71	4.118.622,44	500.496,41	1.152.452,32	3.768.054,47	19.022.599,47
2032	7.582.905,12	1.882.407,36	82.133,34	4.146.623,76	503.899,14	1.152.452,32	3.793.672,38	19.144.093,42
2033	7.634.486,72	1.895.212,16	82.692,04	4.174.830,56	507.326,84	1.152.452,32	3.819.478,28	19.266.478,92
2034	7.686.409,92	1.908.101,76	83.254,44	4.203.224,16	510.777,24	1.152.452,32	3.845.455,08	19.389.674,92
Total	142.928.007,60	35.480.984,16	1.548.676,29	78.159.403,40	9.497.362,83	23.049.046,40	71.506.480,53	362.169.961,21

Conforme a Tabela 5, em 20 anos a gestão municipal terá um gasto de R\$ 362.169.961,21 para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Os valores foram ajustados conforme o índice de crescimento populacional ao longo de 20 anos, ou seja, conforme a população aumenta os custos com o gerenciamento aumentam proporcionalmente.

Sendo assim, para que o modelo de gestão dos resíduos sólidos do Cenário II seja implantado no município por um período de 20 anos, foi considerado:

- 1) Investimento inicial com a implantação do aterro sanitário;
- 2) Custos operacionais com coleta, manutenção de contêineres, repasse de verba para as associações/cooperativas, operação da central de triagem, transporte, disposição final dos rejeitos e limpeza urbana.

A Tabela 6 apresenta o resumo com o gasto total do Cenário II considerando o financiamento do investimento inicial e custos operacionais.

Tabela 6: Gasto total do cenário II.

Ano	Financiamento - investimento inicial (R\$)	Custos operacionais (R\$)	Total (R\$)
0	960.092,55	-	960.092,55
1	2.857.875,50	16.801.439,28	19.659.314,78
2	2.748.424,95	16.936.453,52	19.684.878,47
3	2.638.974,40	17.074.562,72	19.713.537,12
4	2.529.523,84	17.213.887,67	19.743.411,51
5	2.420.073,29	17.354.428,37	19.774.501,66
6	2.310.622,74	17.496.184,82	19.806.807,56
7	2.201.172,19	17.629.431,02	19.830.603,21
8	2.091.721,64	17.763.649,82	19.855.371,46
9	1.982.271,09	17.899.084,37	19.881.355,46
10	1.872.820,54	18.035.572,57	19.908.393,11
11	1.763.369,99	18.173.114,42	19.936.484,41
12	1.653.919,44	18.311.872,02	19.965.791,46
13	1.544.468,89	18.451.683,27	19.996.152,16
14	1.435.018,34	18.592.710,27	20.027.728,61
15	1.325.567,78	18.734.871,97	20.060.439,75
16	-	18.878.168,37	18.878.168,37
17	-	19.022.599,47	19.022.599,47
18	-	19.144.093,42	19.144.093,42
19	-	19.266.478,92	19.266.478,92
20	-	19.389.674,92	19.389.674,92
Total (R\$)			394.505.878,37

O custo total com a implantação dos Cenários está apresentado na Tabela 7, onde apresenta-se o gasto total ao longo dos 20 anos, a média anual e mensal.

Tabela 7: Diferença média entre os cenários

Cenário	Custo total (R\$)	Custo anual médio (R\$)	Custo mensal médio (R\$)
Cenário I	469.758.085,48	23.487.904,27	1.957.325,36
Cenário II	394.505.878,37	19.725.293,92	1.643.774,49

O Cenário II é 16% menor que o Cenário I, ou seja, uma diferença de R\$ 75.252.207,11 ao longo do período de análise, representando uma diferença média mensal de R\$ 3.762.610,35.

Quanto aos custos de triagem, transporte e disposição final, verifica-se que no Cenário I representam 46,77% do custo total; já no Cenário II os custos com a triagem, investimento inicial, transporte e operação do aterro sanitário representam 37,28% do custo total.

Atualmente, administração pública vem adotando medidas corretivas, atingidas a curto prazo, que solucionam parcialmente e momentaneamente os problemas relacionados aos RSU. Contudo, é necessário que os gestores públicos mudem esta visão, passando a adotar medidas preventivas

de médio e longo prazo, pois somente dessa forma os problemas existentes serão solucionados e novos problemas serão evitados.

Cabe salientar ainda que a Lei 12.305 (BRASIL, 2010) define que serão priorizados no acesso aos recursos da União os Municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, sendo assim, optar por um consórcio seria uma outra alternativa a ser estudada no município.

5. CONCLUSÃO

Os serviços de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos têm um custo bastante significativo no orçamento público e as despesas não são recuperadas. Nesse sentido, é imprescindível que haja uma infraestrutura adequada, com recursos, equipamentos, manutenções, operação e equipe técnica qualificada. Dessa forma, com o interesse dos dirigentes municipais na questão de gestão de resíduos, com a participação dos usuários dos serviços e a boa administração dos recursos é possível criar um sistema mais sustentável.

Com a finalização do processo de planejamento do presente trabalho, propõe-se uma alternativa emergencial para a gestão dos RSU gerados no Município de Passo Fundo/RS, reduzindo os custos com a gestão dos RSU em 16%, o que representa uma redução aproximada mensal de R\$ 313.551,00. Entretanto, os benefícios com a implantação do Cenário II no município vão além dos econômicos e administrativos; compreendem também as esferas sociais e ambientais. Além da geração de emprego e renda, o município passaria a ser o responsável pela triagem de resíduos recicláveis e disposição final dos rejeitos gerados em seu território, eliminando-se os riscos ambientais de se transportar rejeitos por mais de 300 km de distância, conforme vem sendo realizado.

REFERÊNCIAS

ABDRABO, M.A., 2008. Assessment of economic viability of solid waste service provision in small settlements in developing countries: case study Rosetta, Egypt. *Waste Management*. 28, 2503–2511.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil. 2011. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf> >. Acesso em 15 de jul. de 2015.

BARROS, R. T. de V. Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: Ed. Tessitura, 2012. 424 p.: il.

BARTONE, C., BERNSTEIN, J., WRIGHT, F. 1990. Investments in Solid Waste Management. Infrastructure and Urban Development Department, The World Bank, Washington.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de Agosto de 2010.

BURNTLEY, S.J., 2007. A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom. *Journal of Waste Management*. 27 (10), 1274–1285.

CEF – Caixa Econômica Federal. Manual de Fomento Programa Saneamento para Todos. 2015. SUFUG/GEAVO. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/Downloads/fgts-manual-fomento-agente-operador/MFOM_SANEAMENTO_PARA_TODOS_VERSAO_3_5.pdf. Acesso em 04 nov. 2015.

COINTREAU, S., GOPALAN, P., COAD, A. 2000. Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Management: Guidance Pack (5 Volumes). SKAT, St. Gallen, Switzerland.

DIAZ, L., SAVAGE, G., EGGERTH, L. 1999. Overview of solid waste management for economically developing countries. In: Proceedings of Organic Recovery and Biological Treatment, ORBIT 99, Weimar, Germany, pp. 759–765.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. SICRO – Sistema de Custos Rodoviários. Rio Grande do Sul, Março, 2015. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/servicos/sicro/sul>. Acesso em 28 de maio 2015.

FAMURS – Federação das Associações de Municípios do Rio Grande do Sul. Informações Municipais. Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://www.famurs.com.br/index.php/municipios/informacoes-municipais> Acesso em 15 Out. 2014.

GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. 2013. Journal of Waste Management. 33, 220–232.

HOORNWEG, D., LAM, D., CHAUDHRY, M. 2005. Waste Management in China: Issues and Recommendations. East Asia Infrastructure Development, The World Bank, Washington, DC, USA.

JADOVSKI, I. Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição. Dissertação de mestrado profissional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia. Porto Alegre/RS. 2005.

LOHRI, C. R.; CAMENZIND, E. J., ZURBRÜGG, C. 2013. Financial sustainability in municipal solid waste management – Costs and revenues in Bahir Dar, Ethiopia. Waste Management, 34 (2014) 542–552.

MATTEI, G.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados. Revista de Engenharia. Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.12, n. 3, p. 247-251, 2007.

MINGHUA, Z., XIUMIN, F., ROVETTA, A., QICHANG, H., VICENTINI, F., BINGKAI, L., GIUSTI, A. YI, L., 2009. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. Journal of Waste Management. 29, 1227–1233.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ. Unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos. Apostila para gestão municipal de resíduos sólidos urbanos. 2º Ed. Curitiba – PR. 2013.

OBLADEN, N. L.; OBLADEN, N. T. R.; BARROS, A. K. R.. Guia para Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos – Volume III. 4 Série de Publicações Temáticas do CREA-PR. Paraná – PR, 2009.

PASSO FUNDO. Plano Municipal de Saneamento Básico de Passo Fundo –RS. Prefeitura Municipal de Passo Fundo/RS. Passo Fundo, 2014.

PINTO, T. P., GONZÁLEZ, J. L. P. (Orgs.). Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem. Brasília: Ministério das Cidades e Ministério do Meio Ambiente, 2008. 57p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034. Porto Alegre, RS. 2014.

SCHÜBELER, P. 1996. Conceptual Framework for Municipal Solid Waste Management in Low Income Countries. Working Paper No.9, Urban Management and Infrastructure, UNDP/UNCHS/World Bank-UMP, Nairobi, Kenya.

SINDUSCON – Sindicato da Construção Civil de Passo Fundo. Convenção Coletiva Passo Fundo 2014. Disponível em: <http://www.sindusconpf.com.br/index.php?t=9&c=50>. Acesso em 10 de maio 2015.

SUJAUDDIN, M., HUDA, M.S., RAFIQUUL HOQUE, A.T.M., 2008. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. Journal of Waste Management. 28, 1688–1695.

WILSON, C. D., RODIC, L., SCHEINBERG, A., VELIS, C.A., ALABASTER, G., 2012. Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. Waste Management. Res. 30 (3), 237–254.

ZHU, D., ASNANI, P.U., ZURBRÜGG, C., ANAPOLSKY, S., MANI, S., 2007. Improving Municipal Solid Waste Management in India: A Sourcebook for Policymakers and Practitioners. The World Bank, Washington, DC.