

III-105 – ANÁLISE ECONÔMICA DA ROTA TECNOLÓGICA DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS DO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA, GOIÁS

Eraldo Henriques de Carvalho⁽¹⁾

Engenheiro civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre e doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo (EESC/USP). Professor titular da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG).

Manuelton Pinheiro Martins

Engenheiro de Bioprocessos e Biotecnologia. Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Universidade Federal de Goiás (CERSOL/UFG).

Rhilkey Paulo Hungria de Lima e Silva

Engenheiro Ambiental. Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Universidade Federal de Goiás (CERSOL/UFG).

Simone Costa Pfeiffer

Engenheira geóloga pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Mestre e doutora em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo (EESC/USP). Professora associada da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Universitária, nº. 1488 - Setor Universitário - Goiânia – Goiás. CEP: 74.605-220 - Brasil - Tel: +55 (62) 3209-6093 - e-mail: carvalhoufg@gmail.com

RESUMO

Apesar da importância da rota tecnológica dos resíduos recicláveis no gerenciamento dos resíduos sólidos de uma cidade, o município de Aparecida de Goiânia, localizado no estado de Goiás, não possui um acompanhamento efetivo dos custos relacionados a essa atividade específica. Desta forma, este trabalho teve como objetivo analisar os aspectos econômicos da rota tecnológica existente para os resíduos sólidos recicláveis do município. Para isso, foi feita uma pesquisa documental por meio de coleta de dados secundários da cidade em estudo, com apoio da Diretoria de Resíduos Sólidos da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, órgão responsável por administrar os serviços relacionados aos resíduos sólidos do município. Em seguida, foram levantados dados primários acerca da rota tecnológica dos recicláveis que compreende as etapas de coleta seletiva e triagem, além do transporte e aterramento dos rejeitos. Com base nos dados obtidos, o custo atual da rota em questão é de R\$ 1.375,77 por tonelada coletada, sendo a coleta seletiva responsável por 83% desse valor. Verificou-se que, do ponto de vista econômico, esta rota não é sustentável, porém, a variável econômica é apenas um dos parâmetros a serem considerados, uma vez que os inúmeros benefícios sociais e ambientais, como geração de renda e melhores condições de trabalho para os catadores, extrapolam a avaliação econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Análise econômica, Rota tecnológica, Resíduos recicláveis.

INTRODUÇÃO

O município de Aparecida de Goiânia, localizado no Estado de Goiás, possui uma área territorial de 288,34 km² e uma população de 455.657 habitantes (IBGE, 2010). Parte integrante da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), sua densidade demográfica, de 1.580,27 hab./km², é considerada elevada, quando comparada à do Estado, que é de 17,6 hab./km² (IBGE, 2010).

Assim como nos demais municípios, o processo de industrialização, aliado ao crescimento populacional, fez com que novas matérias primas e produtos fossem incorporados no dia a dia das pessoas, resultando em um maior consumo e, também, em um maior descarte destes materiais que, na maioria das vezes, é feito de forma inadequada. Segundo a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos sólidos urbanos (RSU) são compostos pelos resíduos domiciliares e os de limpeza urbana, além daqueles gerados por estabelecimentos comerciais quando equiparados aos resíduos domiciliares.

Os RSU de um determinado município devem ser analisados através de sua cadeia produtiva, considerando-se desde sua geração (em termos de quantidade e composição), passando pela coleta (convencional ou seletiva), transporte, as diversas formas de tratamento e, para fechar o ciclo, a disposição final. Essa sequência é conhecida como a rota tecnológica dos RSU de um determinado local (BNDES, 2012b). Dessa forma, a rota tecnológica é composta por tecnologias e fluxos dos RSU, formando um conjunto de processos que vão desde a geração até a disposição final dos resíduos (BNDES, 2012a).

A coleta seletiva, segundo a NBR 12.980 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), consiste na coleta de resíduos previamente segregados por quem gera, tais como, papel e papelão, latas, vidros e plásticos, entre outros. Apesar de não ser uma tecnologia de tratamento e disposição final, a coleta é fundamental na rota dos RSU. Uma vez coletados, esses resíduos são triados em locais predefinidos. Essa tecnologia de tratamento de resíduos sólidos é uma boa maneira de reduzir a quantidade de resíduos enviados ao aterro sanitário.

Visando promover a destinação ambientalmente adequada dos RSU, foi implantado em Aparecida de Goiânia o Programa Municipal de Coleta Seletiva a partir de duas vertentes - a coleta residencial e a empresarial, havendo a previsão de novos bairros a serem contemplados. Neste programa, os materiais são separados nas fontes geradoras e recolhidos pela prefeitura pelo sistema porta a porta, por meio de seus caminhões baús (PREFEITURA DE APARECIDA DE GOIÂNIA, 2014).

Todos os resíduos assim coletados são doados a duas cooperativas de materiais recicláveis as quais o município presta assistência e, em suas centrais de triagem de resíduos sólidos, é realizada uma segregação mais criteriosa dos mesmos a fim de que sejam comercializados com as empresas recicladoras, gerando trabalho e renda a estes cidadãos.

Apesar da importância do projeto e dos custos normalmente elevados associados aos programas de coleta seletiva, o município de Aparecida de Goiânia não possui um acompanhamento efetivo dos custos relacionados a essa atividade específica. Como exemplo, até o momento, o município em questão só contabiliza como custos da coleta seletiva os alugueis com os caminhões que recolhem o material reciclável. Tal fato resulta em dificuldades de planejamento por parte da prefeitura, o que pode, inclusive, comprometer sua expansão futura.

Verifica-se, portanto, a necessidade de mensurar e quantificar os fatores orçamentários relacionados à coleta seletiva em questão que acabam se transformando em limitações para a implantação e expansão deste sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no município de Aparecida de Goiânia, localizado no estado de Goiás, entre os meses de dezembro de 2015 e abril de 2016.

O levantamento de dados e informações necessárias para o diagnóstico da situação atual da rota tecnológica dos resíduos sólidos recicláveis no município foi feito por meio de coleta de dados secundários junto à Diretoria de Resíduos Sólidos da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, órgão responsável por administrar os serviços de resíduos sólidos do município, e ao aterro sanitário que realiza as pesagens dos caminhões. Foram obtidos, também, dados primários junto às cooperativas conveniadas com prefeitura.

A análise econômica foi baseada na composição dos custos apresentados no Quadro 1, coletados durante um período de 4 meses – de janeiro a abril de 2016.

Quadro 01 - Custos diretos envolvidos na coleta seletiva dos resíduos recicláveis e operação das centrais de triagem

Custos diretos relacionados à coleta seletiva	Custos diretos relacionados às centrais de triagem
Despesa com pessoal envolvido na coleta dos recicláveis	Despesa com energia elétrica
Locação dos veículos baús	Transporte dos resíduos às empresas recicladoras
Combustível para os veículos coletores	Coleta convencional dos rejeitos
	Disposição dos rejeitos no aterro sanitário

Os custos mensais envolvidos na coleta seletiva, operação das centrais de triagem dos resíduos recicláveis, coleta convencional dos rejeitos separados nas centrais e disposição destes no aterro sanitário foram somados, constituindo o custo total. A divisão do custo final pela geração média (em t/mês) resultou no custo (R\$/tonelada) da rota tecnológica dos recicláveis no município em estudo. Após a realização da coleta dos dados, os mesmos foram organizados e apresentados em tabelas e figuras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rota tecnológica dos resíduos recicláveis do município de Aparecida de Goiânia é constituída por coleta seletiva porta a porta, centrais de triagem e coleta e destinação final dos rejeitos. Segundo a Diretoria dos Resíduos Sólidos da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, a coleta seletiva abrange 86 bairros e 5 distritos industriais, o que equivale à aproximadamente 36% do total de bairros do município e 59% da população (PREFEITURA DE APARECIDA DE GOIANIA, 2014).

O material reciclável é recolhido porta a porta com o auxílio de 6 caminhões baú, 6 motoristas e 12 coletores. Dos caminhões disponíveis, três dão assistência à cooperativa dos catadores de lixo de Aparecida (Coocap) e os outros três à cooperativa de trabalho de recicláveis feminina de Aparecida (Coorfap). Cada caminhão chega a fazer até duas viagens/dias a cada cooperativa.

A coleta seletiva é realizada 2 vezes por semana nos bairros contemplados e dividida em duas jornadas de trabalho, sendo disponibilizados 4 caminhões para a jornada diurna e 2 para a noturna. Estes veículos se alternam na entrega do material nas cooperativas, por possuírem material de diferentes características - o caminhão que recolhe os recicláveis nas avenidas comerciais coleta basicamente papel/papelão e os demais recolhem um material mais diversificado.

Os veículos, bem como os motoristas, são terceirizados, e a contratada, selecionada por meio de edital de concorrência, é remunerada mensalmente, por cada caminhão, no valor de R\$ 10.095,34. A empresa é responsável, também, pela manutenção dos veículos. Assim, tem-se um custo de R\$ 60.572,04 com aluguel de caminhões e motorista referente aos seis veículos.

Todos os 12 coletores que acompanham a coleta seletiva são funcionários da prefeitura, com salário médio de R\$ 1.678,61/mês. Portanto, o custo médio mensal com esses trabalhadores é de R\$ 20.143,32. A prefeitura também assume o pagamento do combustível para esses caminhões que percorrem, em média, 12.904 km/mês (soma das médias dos seis veículos analisados). Considerando que o preço médio do litro do óleo diesel em Aparecida de Goiânia, entre os dias 24/07 a 30/07/2016, foi de R\$ 2,905 (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2016) e que cada caminhão consome em média 4,5 km/litro (PORTAL DO CAMINHONEIRO, 2008), tem-se um gasto médio mensal de R\$ 8.330,24 com combustível para os seis caminhões. Na Tabela 1 encontram-se apresentados os custos mensais por item considerado e total.

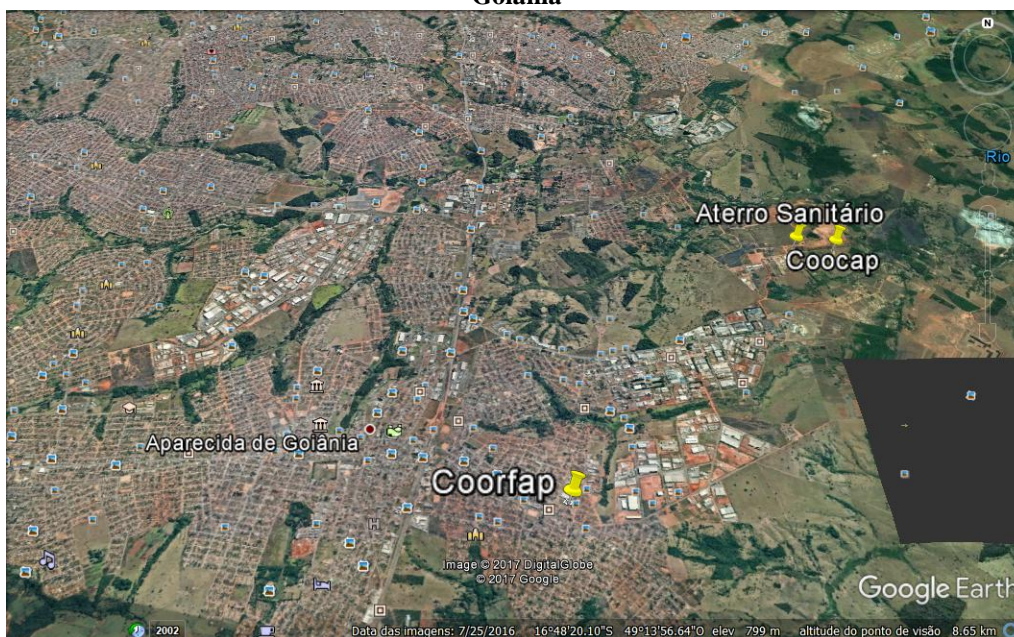
Tabela 1 – Custo global com a coleta seletiva

Itens	R\$/mês
Locação dos veículos Baús	60.572,04
Despesa com o pessoal da coleta dos recicláveis	20.143,32
Combustível para veículo coletor	8.330,24
Custo total da coleta seletiva	89.045,60

Uma vez coletados, os recicláveis são encaminhados às centrais de triagem. Juntas, as duas cooperativas - Coocap e Coorfap - possuem 33 cooperados e executam as atividades de triagem, beneficiamento primário (prensagem) e comercialização dos materiais recicláveis.

A Coocap, localizada próxima ao aterro sanitário do município, tem um galpão de triagem cedido pelo governo federal juntamente com o governo municipal (Figura 1). Essa cooperativa conta com 13 cooperados que trabalham de segunda a sexta e recebe, em média, 31,58 toneladas de material reciclável/ mês.

Figura 1 – Localização das centrais de triagem e do aterro sanitário no município de Aparecida de Goiânia



Fonte: Google Earth, 2016.

Já a Coorfap, localizada um pouco mais distante do aterro sanitário (ver Figura 1), conta com 20 trabalhadores cooperados e uma estrutura simples constituída por uma tenda, mesa para separação dos materiais, prensa, balança e baias para armazenamento. Essa cooperativa recebe, em média, 46,65 toneladas de material reciclável/mês.

Antes do material coletado ser entregue às cooperativas de catadores, o veículo é pesado no aterro sanitário do município onde fica localizada a balança. Dessa forma, tem-se um controle preciso do que é entregue em cada cooperativa.

Para estimativa do custo mensal de operação das centrais de triagem, foi considerado como referência o mês de março. Foram anotados os gastos com energia elétrica e transporte do material segregado para as empresas que fazem o reaproveitamento desses recicláveis, já que o mesmo é custeado pela cooperativa (a água consumida na central de triagem é proveniente de uma cisterna, logo, não há custos para a cooperativa). Além dos custos mencionados, foram levantadas, também, a receita proveniente da venda dos recicláveis e a distribuição dessa entre os cooperados (valor mensal recebido por cada cooperado), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Despesas e receita de uma Central de Triagem referente ao mês de março de 2016

Cooperativa	Despesa (Des.)		Receita obtida com a venda dos recicláveis (Rec.)	Total (Rec.)-(Des.)	Valor recebido por cooperado
	Energia (R\$)	Transporte (R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
Coorfap	300,00	3.140,00	15.002,62	11.562,62	578,13

Observa-se que apenas a Coorfap possuía as informações solicitadas, portanto, estas foram utilizadas como referência e extrapoladas, de forma proporcional, para a outra cooperativa já que as duas trabalham de forma similar.

Das 78 toneladas mensais que chegam, em média, às duas cooperativas de material reciclável, aproximadamente 15% são rejeitos. Todo o rejeito das centrais é recolhido semanalmente por um caminhão convencional que leva esses resíduos para disposição no aterro sanitário do município, sem custos para as cooperativas já que é arcado e executado pela prefeitura. Apesar desses rejeitos, a rota é importante porque

evita que 66,5 t. (quantidade média de resíduos coletados menos os rejeitos das centrais) de resíduos tenham como destino o aterro sanitário.

Embora a coleta desses rejeitos seja feita pela própria prefeitura de Aparecida de Goiânia e não pela empresa contratada como ocorre em todo o restante do município, considerou-se nesse estudo que o custo para essa atividade seja igual ao da empresa terceirizada: R\$ 113,17/t para realizar a coleta convencional e R\$ 38,76/t para a disposição no aterro sanitário. Dessa forma, pode-se mensurar os valores com a coleta e disposição dos rejeitos no aterro, custo financiado pela prefeitura (Tabela 3). Na Tabela 4 estão apresentados todos os custos referentes à rota tecnológica dos recicláveis considerados nesse trabalho.

Tabela 3 – Custos com a coleta e disposição dos rejeitos no aterro

Mês	Rejeito (t.)	Custo coleta convencional (R\$)	Custo disposição no aterro (R\$)	Custo total com o rejeito (R\$)
Janeiro	12,76	1.444,05	494,57	1.938,62
Fevereiro	11,63	1.316,16	450,77	1.766,93
Março	11,77	1.332,01	456,20	1.788,21
Abril	10,61	1.200,73	411,24	1.611,97
Média	11,69	1.320,10	453,19	1.776,43

Tabela 4 – Custos globais da rota tecnológica dos recicláveis

Serviços	Custo mensal da rota (R\$)	Quantidade mensal coletada/processada (t)	Custo mensal (R\$/t)
Coleta Seletiva (caminhão + coletores + combustível)	89.045,60	78,23	1.138,25
Central de Triagem (energia)	503,00	78,23	6,43
Central de Triagem (transporte dos recicláveis)	5.265,00	66,54	79,13
Central de Triagem (coleta dos rejeitos + disposição destes no aterro)	1.776,43	11,69	151,96
Total			1.375,77

A partir dos valores apresentados na Tabela 4, verifica-se que a rota tecnológica dos recicláveis, que envolve a coleta seletiva, central de triagem e transporte e aterramento dos rejeitos, tem um custo mensal de R\$ 1.375,77/t. Para a prefeitura, o custo dessa rota corresponde a R\$ 1.290,21/t.

Com a finalidade de conhecer outros programas de coleta seletiva para efeito de comparação, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto. Considerando que o valor indicado por CEMPRE (2016) para a cidade de Goiânia é de R\$ 946,20/t, observa-se uma diferença significativa para o valor obtido nesse trabalho. É importante mencionar que a maioria dos trabalhos relacionados ao tema está restrita à atividade da coleta seletiva, sendo difícil comparar com esse trabalho que leva em conta toda a rota tecnológica dos resíduos recicláveis (coleta seletiva, central de triagem e transporte e aterramento dos rejeitos).

Considerando os custos estimados, verifica-se que não há sustentabilidade econômica para a rota tecnológica dos resíduos recicláveis. Essa insustentabilidade deve-se, principalmente, aos elevados custos da coleta seletiva tradicional, configurada por caminhões na coleta porta a porta.

Cabe salientar que nessa avaliação não estão computados os ganhos ambientais como, por exemplo, a minimização da utilização de recursos naturais, a redução de gases de efeito estufa, a ampliação da vida útil do aterro sanitário e a incorporação dos materiais em seu ciclo de vida.

CONCLUSÕES

Considerando as estimativas de custo realizadas, constata-se que não há sustentabilidade econômica para a rota tecnológica que envolve os resíduos recicláveis – coleta seletiva, central de triagem, transporte e aterramento dos rejeitos.

O custo da rota tecnológica dos recicláveis foi estimado em R\$ 1.375,77/t, sendo a coleta seletiva responsável por grande parte desse valor. Desse modo, considerando somente o ponto de vista econômico, a adoção da coleta seletiva não apresenta viabilidade.

Apesar disso, os benefícios que a rota de reciclagem gera para os cooperados garantindo emprego, renda e melhores condições de trabalho; para o meio ambiente, aumentando a vida útil do aterro sanitário e contribuindo com a redução do consumo dos recursos naturais, bens que não são mensuráveis, são inegáveis.

Dessa forma, conclui-se que apesar dos altos custos financeiros envolvidos na operação da rota tecnológica dos resíduos recicláveis, os resultados em relação à diminuição dos impactos no meio ambiente e à melhoria na geração de renda da população participante são exemplos considerados altamente positivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Síntese dos preços praticados – Aparecida de Goiânia: resumo I – Diesel R\$/l. Período: de 24/07/2016 a 30/07/2016. Brasília/DF, 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Estado_Municipio.asp>. Acesso em: 27 jul. 2016.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS – ABNT. NBR 12.980: coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro/RJ: ABNT, 1993.
3. BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Produto 5: relatório preliminar com o levantamento do estado da arte sobre as rotas tecnológicas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil e no exterior. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Maio, 2012a.
4. _____. Produto 7: Relatório final sobre as principais rotas tecnológicas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Exterior e no Brasil. 2012b.
5. BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010: estabelece a política nacional de resíduos sólidos, Brasília/DF, 2010.
6. COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (CEMPRE). Pesquisa Ciclossoft 2016 – Radiografando a Coleta Seletiva. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>>. Acesso em: 14/08/2016.
7. GOOGLE EARTH. Imagem captura pelo programa Google Earth, 2016.
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico Brasileiro, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27/11/2015.
9. PORTAL DO CAMINHONEIRO. Consumo médio de caminhões, 2008. Disponível em: <<http://portaldocaminhoneiro.blogspot.com.br/2008/10/consumo-mdio-de-caminhes.html>>. Acesso em 10 ago. 2017.
10. PREFEITURA DE APARECIDA DE GOIANIA. Plano Municipal de Saneamento – Resíduos Sólidos – De Aparecida de Goiânia - Goiás. Aparecida de Goiânia, 2014.