



## AVALIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UMA USINA DE TRIAGEM

Michéli Beatriz Lenz<sup>1</sup> ([micheli\\_lenz@hotmail.com](mailto:micheli_lenz@hotmail.com)), Andressa de Oliveira Silveira<sup>1</sup>  
([andressa.silveira@ufsm.br](mailto:andressa.silveira@ufsm.br))

1 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

### RESUMO

Um dos grandes desafios da atualidade é o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos (RSU), uma vez que o aumento da geração destes resíduos é consequente do processo de expansão e urbanização das cidades. Visando permitir o avanço necessário no Brasil no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos, foi sancionada a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta política possui variados instrumentos para diminuir o impacto dos resíduos no ambiente, além de propor a prática de hábitos de consumo sustentável. Um dos mecanismos de gestão é a separação dos resíduos em Usinas de Triagem, objetivando a valorização dos resíduos, uma vez que a venda do material reciclado oriundo dos RSU fomenta a geração de renda e redução da quantidade de material aterrado. Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram determinar eficiência da Usina de Triagem (UT) no período de janeiro até dezembro de 2016 e elaborar um calendário de disposição final para os municípios que encaminham resíduos para o aterro sanitário e analisar a eficiência da UT após a implantação do mesmo. Foi verificado que após a implantação do calendário a eficiência da UT começou a apresentar valores mais satisfatórios em março de 2017, atingindo uma eficiência de 9,44%. É necessário um monitoramento e acompanhamento constante deste processo, buscando resultados ainda mais satisfatórios.

**Palavras-chave:** reciclagem; disposição final; aterro sanitário

## EVALUATION AND OPTIMIZATION OF THE EFFICIENCY OF A WASTE SORTED PLANT

### ABSTRACT

One of the greatest challenges of today is the adequate management of urban solid waste (MSW), since the increase in the generation of this waste is a consequence of the process of urban expansion and urbanization from the cities. In order to allow the necessary progress in Brazil in facing the main environmental problems, social and economics resulting from de inadequate management of solid waste, was sanctioned the Law nº 12.305, August 02 in 2010, which established the Solid Waste National Policy. This policy has varied instruments to reduce the impact of waste on the environment, and proposes a practice of sustainable consumption habits. One of management mechanisms is the separation of waste at waste sorting plant aiming the waste recovery because the sale of recycled material from MSW provides income and reduces the amount grounded. In this context, the aims of this paper were to determine the efficiency of the waste sorted plant (UT) from January to December 2016 and to elaborate a final disposal calendar for the municipalities that send waste to the landfill and to analyze the efficiency of the UT after the implementation of the same. It was verified that, after the implementation of the UT's efficiency calendar, it began to present more satisfactory values in March 2017, reaching an efficiency of 9.44%. It is necessary one continuous monitoring of this process, seeking even more satisfactory results

**Keywords:** recycling; Final disposition; Landfil

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o aumento da expectativa de vida, aliados com a intensa urbanização e o consumo excessivo de bens não duráveis, resultam na geração de grandes volumes de resíduos sólidos urbanos (RSU). O gerenciamento inadequado destes resíduos ocasiona riscos à saúde pública e problemas ambientais, como a contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas (CAMPOS; BRAGA; CARVALHO, 2002).

Diante deste cenário a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) possui variados instrumentos para diminuir o impacto dos resíduos no ambiente, além de propor a prática de hábitos de consumo sustentável. Uma das ações prioritárias do princípio de hierarquia na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos é a reciclagem, descrita como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas.

A unidade de triagem é um elemento importante deste sistema, visto que, através da triagem é possível separar os resíduos recicláveis do rejeito, possibilitando o seu aproveitamento por meio do retorno de materiais no ciclo produtivo. Além disso, proporciona uma redução do volume a ser destinado para o aterro sanitário, contribuindo no aumento da vida útil do empreendimento.

A triagem pode ser um processo manual (realizado por pessoas), automático (realizado por equipamentos modernos) ou semiautomático. Quanto melhor for a separação dos materiais recicláveis da matéria orgânica, maior a possibilidade em reduzir o tempo de processamento na linha de catação, além da qualidade do material ser melhor. A eficiência de operação de uma usina de triagem (UT) é um processo diretamente relacionado com a facilidade de separação do resíduo reciclável. Logo, quanto maior a sua “contaminação” por contato com materiais orgânicos, maior a perda de qualidade.

## 2. OBJETIVOS

- Determinar eficiência da Usina de Triagem (UT) de um aterro sanitário.
- Elaborar um calendário de disposição final para os municípios que encaminham resíduos para o aterro sanitário
- Analisar a eficiência da UT após a implantação do calendário de disposição final.

## 3. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado em uma usina de triagem em operação dentro de um aterro sanitário. A empresa é composta pela usina de triagem, aterro sanitário e unidade de tratamento de efluentes e possui licença ambiental para receber resíduos da Classe II.

Foi realizado um levantamento da quantidade total mensal de resíduos encaminhados para a usina de triagem e o total mensal triado no período de janeiro até dezembro de 2016. Realizou-se também o levantamento de cada um dos municípios que destinaram seus resíduos para a empresa. Estes municípios foram classificados em várias faixas populacionais, desde os que possuem até 5.000 habitantes até aqueles com população superior a 100.000 habitantes. Considerou-se a quantidade mensal de RSU de cada um dos municípios, obtendo-se assim, o valor médio de cada município. Com os dados de gravimetria disponibilizados pela empresa, foi estimado para cada município o percentual dos seguintes materiais recicláveis presentes nos RSU como: alumínio, PEAD cristal, PEAD colorido, PET cristal, PET verde, PEBD cristal, PEBD colorido e papelão. Foram selecionados estes materiais devido ao valor oferecido pelo mercado de recicláveis para a compra do material solto, ou seja, sem estar prensado em fardos.

Depois desta etapa, foi realizado o levantamento dos dias, frequência e forma com que cada município encaminha seus resíduos à empresa. Estas informações foram utilizadas para elaborar o calendário de disposição final dos resíduos sólidos. Este calendário classificou os municípios por faixas populacionais, apresentando desde o que possuem a melhor até a pior qualidade de resíduo, levando em consideração a quantidade de materiais recicláveis. A eficiência da usina de triagem foi obtida da divisão do total de material triado (Kg), ou seja, os materiais recicláveis que

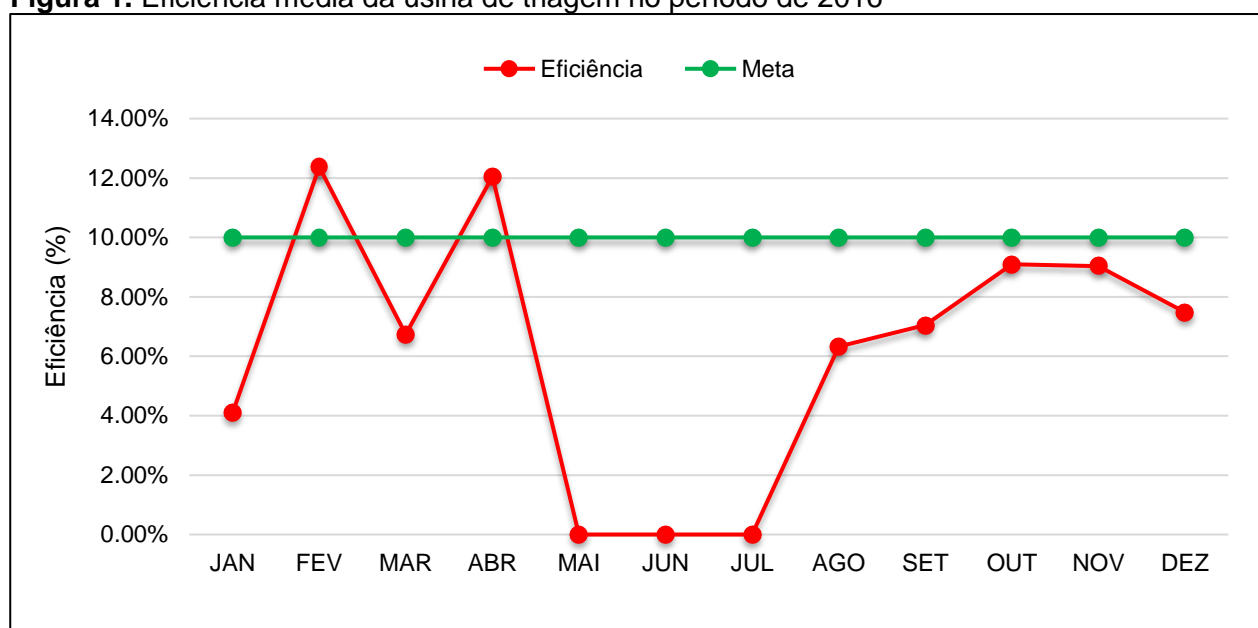
foram segregados na esteira durante o mês, pelo total de material (Kg) que passou pela usina de triagem no período considerado.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Eficiência da usina de triagem

A eficiência da UT apresentou picos de oscilação no período de janeiro até abril, período este sob administração da empresa que opera o aterro sanitário (Figura 1). Nos meses de maio a julho não houve operação na UT, e o serviço foi retomado em agosto por uma empresa terceirizada. Embora o período de janeiro – abril apresente picos de eficiência acima da meta (10%), a média de resíduos encaminhados para a UT foi de apenas 584 toneladas mensais, e de 54 toneladas de resíduos recicláveis triados ao mês. Por outro lado, a média de resíduos encaminhados para a UT de agosto a dezembro correspondeu a 1.691 toneladas mensais, ou seja, mais do que o dobro da situação anterior. Deste total de resíduos, retiravam-se em média 133 toneladas de materiais recicláveis. Todavia, neste último período a eficiência sempre se manteve abaixo da meta (10%).

**Figura 1.** Eficiência média da usina de triagem no período de 2016



### 4.2 Calendário de disposição final dos resíduos

Com a finalidade de melhorar a eficiência de triagem, foi elaborado um calendário de disposição final dos resíduos, utilizando os dados da composição gravimétrica dos resíduos sólidos de cada município fornecidos pela empresa. Com esse calendários esperava-se encaminhar para a triagem somente os resíduos com maior percentual de recicláveis, já que a unidade existente não comporta a totalidade de resíduos encaminhadas para o aterro diariamente.

A Tabela 1 apresenta as faixas populacionais e a participação de municípios que encaminharam os seus resíduos para a empresa, em 2016. Observa-se que 42 municípios destinaram 130 mil toneladas de resíduos ao aterro sanitário.

**Tabela 1.** Faixas populacionais e a participação de municípios que encaminharam os seus resíduos para a empresa, em 2016

Faixa (habitantes)	Número de municípios da faixa que destinaram resíduos na CTCR	População atendida*	Resíduo destinado na CTCR em 2016 (t/ano)
Até 5.000	17	57.249	3.947,71
De 5.000 até 10.000	9	59.960	6.500,80
De 10.001 até 20.000	6	94.805	9.883,50
De 20.001 até 50.000	7	225.647	29.115,76
De 50.001 até 100.000	2	126.489	12.613,48
De 100.001 até 500.000	1	277.309	68.022,70
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>841.459</b>	<b>130.083,95</b>

\*Fonte: IBGE (2016), em termos de população total.

O calendário de disposição final foi obtido com base no levantamento dos dias da semana e a frequência com que cada município encaminhava seus resíduos ao aterro sanitário. Este calendário contém, para cada faixa populacional, os municípios que apresentam da melhor até a pior qualidade de resíduo, levando em consideração a quantidade de materiais recicláveis de melhor valor econômico no mercado de recicláveis: alumínio, PEAD branco, PEAD colorido, PET cristal, PET verde, PEBD branco, PEBD colorido e papelão (Tabela 2). É possível observar que em algumas faixas há um grande percentual da presença de papelão, entretanto, este material tem baixo valor econômico. Por outro lado, materiais recicláveis triados como alumínio, PEAD branco, PEAD colorido, PET são exemplos de resíduos valorizados com melhor valor no mercado.

**Tabela 2.** Percentual médio de materiais recicláveis nos RSU de municípios com diferentes faixas populacionais.

Tipo de material	Faixa populacional				
	Até 5.000 hab.	De 5.001 - 10.000 hab.	De 10.001 - 20.000 hab.	De 20.001 - 50.000 hab.	*De 100.000 - 500.000
Alumínio	1,1%	0,4%	0,6%	0,4%	0,6%
PEAD branco	5,0%	4,1%	4,4%	4,3%	3,5%
PEAD colorido	0,7%	0,9%	0,5%	0,5%	0,6%
PET cristal	2,1%	2,4%	2,5%	1,5%	2,0%
PET verde	1,6%	1,0%	1,2%	0,5%	0,8%
PEBD branco	2,3%	2,1%	2,0%	2,1%	1,3%
PEBD colorido	2,5%	3,7%	2,1%	2,7%	3,3%
Papelão	4,7%	5,9%	7,9%	5,0%	12,6%
<b>TOTAL</b>	<b>20%</b>	<b>20,5%</b>	<b>21,2%</b>	<b>17%</b>	<b>24,7%</b>

Obs.: \*Devido ausência de dados da composição gravimétrica do relatório técnico para a faixa de 50.001 – 100.000 habitantes, adotou-se os valores correspondentes da faixa de 100.001 até 500.000 habitantes.

Posteriormente, o calendário de disposição final dos RSU (Quadro 1) foi apresentado e explicado ao chefe da UT para que pudesse aplicá-lo e seguir as informações do calendário. Desta forma, foi possível destinar para a triagem os municípios que contenham resíduos de melhor qualidade.



**Quadro 1.** Calendário de disposição final dos resíduos sólidos urbanos

Faixa populacional	Qualidade do resíduo	Município	Dias mais frequentes da chegada do resíduo						Frequência	(continua) Viável para usina	
			Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado			
Até 5.000 hab.	MELHOR ↓ PIOR	1	X		X		X		2-3x por semana	SIM	
		2							2x por mês	CARRETA	
		3	X		X		X		3-4x por semana	SIM	
		4	X		X		X		2-3x por semana	SIM	
		5	X				X		2x por semana	SIM	
		6						X	1x por semana	SIM	
		7		X				X	2x por semana	SIM	
		8	X				X		2x por semana	SIM	
		9		X				X	1-2x por semana	SIM	
		10							1x por semana	SIM	
		11	X			X		X	3x por semana	SIM	
		12							1-2x por semana	SIM	
		13						X	1x por semana	SIM	
		14						X	1x por semana	SIM	
		15			-	-	-	-	-	-	NÃO
		16			-	-	-	-	-	-	NÃO
		17			-	-	-	-	-	-	NÃO
De 5.001 até 10.000 hab.	MELHOR ↓ PIOR	18	X		X		X	X	3-4x por semana	SIM	
		19	X	X	X	X	X		5x por semana	SIM	
		20	X		X		X		3x por semana	SIM	
		21	X				X	X	3x por semana	SIM	
		22	X		X		X		3x por semana	SIM	
		23							1-3x por semana	SIM	
		24	X		X		X		3x por semana	SIM	
		25		X				X	2x por semana	SIM	
		26	X				X		2x por semana	SIM	

Faixa populacional	Qualidade do resíduo	Município	Dias mais frequentes da chegada do resíduo						Frequência	(conclusão) Viável para usina
			Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado		
De 10.001 até 20.000 hab.	MELHOR	27	X	X	X	X	X	X	6-7x por semana	SIM
	↓	28		X	X	X		X	4x por semana	SIM
		29	X	X	X	X	X	X	6-7x por semana	SIM
		30							2-3x por semana	SIM
		31	X		X		X	X	3-4x por semana	SIM
		32	X	X		X		X	3-4x por semana	SIM
De 20.001 até 50.000 hab.	MELHOR	33	X	X	X	X	X		5-6x por semana	CARRETA
	↓	34	X		X	X	X	X	4-5x por semana	CARRETA
		35	X	X	X	X	X		5-6x por semana	SIM
		36	X	X	X	X	X	X	7-8x por semana	SIM
		37	X	X	X	X	X	X	7x por semana	SIM
		38	X	X	X	X	X		5-6x por semana	SIM
PIOR	39	-	-	-	-	-	-	-	NÃO	
De 100.001 até 500.000 hab.	MELHOR	40	X	X	X	X	X	X	170-200X por semana	CARGA NOTURNA
	↓	41*	X	X	X	X	X	X	7-10x por semana	CARRETA
		PIOR	42*						X	1-2x por semana

Frequência da entrada de resíduos	Representação
Mais de 8x por semana	Dark Blue
5-8x por semana	Blue
3-4x por semana	Light Blue
1-2x por semana	Very Light Blue
Não indicada	Orange
Carreta	Yellow

**Legenda**

#### 4.2 Eficiência da UT após aplicação do calendário de disposição final dos resíduos

Foi realizada a fiscalização e controle diário das cargas de resíduos destinadas para a UT desde janeiro até março de 2017. Na Tabela 3 é apresentada a eficiência da UT após a aplicação do calendário. A quantidade de material triado, em relação ao que passou pela esteira, demonstra que a produtividade, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro está abaixo da média desejada (10%).

**Tabela 3.** Eficiência da UT no ano de 2017 após aplicação do calendário de disposição final dos RSU.

Mês	Entrada de resíduos (ton)	Resíduo triado (ton)	Eficiência mensal
Janeiro	2.547,71	184,32	7,23%
Fevereiro	2.350,62	183,04	7,79%
Março	1.948,36	183,94	9,44%

Em março, o total de material triado, em relação ao que passou pela esteira, demonstra um aumento na produtividade, atingindo uma eficiência de 9,44%, próximo a meta desejada (10%). Observa-se que a quantidade resíduo reciclável triado apresenta-se constante ao longo dos meses, embora tenha ocorrido uma redução do material destinado para a UT, apresentando a média diária de 72 toneladas.

Nesses três meses de avaliação foi verificada uma seleção mais criteriosa dos municípios a destinarem o resíduo para a UT, ou seja, priorizando os que possuem maior percentual de material reciclável de qualidade. Observou-se uma redução, em especial, dos municípios de duas faixas populacionais, apresentando população entre 20.001 até 50.000 e entre 100.001 até 500.000 habitantes. Um destes municípios possui uma estação de transbordo, local este onde os caminhões coletores descarregam sua carga de resíduos sólidos dentro de carretas de maior porte, para posterior transporte ao aterro sanitário. Todavia, durante a permanência dos resíduos neste local, o material orgânico já inicia o processo de sua degradação e conseqüentemente, o chorume acaba ocasionando a “contaminação” dos materiais recicláveis, e estes acabam perdendo a sua qualidade. Logo, o percentual de material reciclável a ser aproveitado é reduzido. Por este motivo, o mais apropriado é destinar estas cargas de resíduos para a disposição final no aterro sanitário, não efetuando a sua triagem.

#### 5. CONCLUSÃO

A eficiência da UT no período de 2016 apresentou momentos de ascensão e quedas, além de permanecer sem funcionamento durante alguns meses. Este período também foi caracterizado pela troca de administração da UT, que nos primeiros meses estava sob operação da empresa, e a partir de agosto este serviço passou a ser realizado por uma empresa terceirizada.

A elaboração do calendário de disposição final dos resíduos foi uma ferramenta auxiliar no gerenciamento dos municípios e suas respectivas cargas de resíduos, visando melhorar o aproveitamento dos materiais recicláveis na UT. No período considerado, janeiro até março de 2017, a eficiência da UT apresentou resultados mais satisfatórios no terceiro mês, quando se realizou uma seleção mais criteriosa dos resíduos a serem destinados para a triagem. A busca pelos resultados satisfatórios é um processo árduo que necessita de constante acompanhamento e monitoramento. Além do mais, por tratar-se de equipamentos e estrutura antigos constatou-se a necessidade de uma reforma em toda a parte operacional da UT.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CRVR - Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos Sólidos e da JEMG Operações e Serviços Ltda.



## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2010/lei-12305-2-agosto-2010-607598-publicacaooriginal-128609-pl.html>>. Acesso em: 02 abril 2016.

CAMPOS, J. O.; BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. **Manejo de resíduos**: pressuposto para a gestão ambiental. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – DEPLAN-IGCE-UNESP, 2002. 112 p.