



GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO PROJETO ECOELCE- ESTIMAÇÃO DE METAS RESIDUAIS(EMR)

Área temática: Gestão Ambiental & Sustentabilidade

Daniel Correia

daniel.sampaio@3eengenharia.com.br

Osenilma Gadelha

ecoelce@3eengenharia.com.br

Resumo: Desde da Conferencia de Estocolmo em 1972, o mundo tem buscando formas alternativas de conciliar o crescimento econômico com praticas sustentáveis. No decorrer dos anos vem sendo incentivado em empresas publicas e privadas de vários portes, a adoção de programas sócios ambientais. Estes programas tem sido executados no Brasil, principalmente depois do marco regulador do setor elétrico, no ano de 1998. O trabalho em questão tem relação com o gerenciamento de um desses projetos, no caso especifico, o projeto de troca de resíduos sólidos por desconto na conta de energia, ECOELCE , no Estado do Ceará. Tem como principal objetivo encontrar um mecanismo de controle e monitoramento dos volumes a serem arrecadas mensalmente com equidade no potencial de cada período, além de sua sazonalidade. Foi realizado um estudo das informações geradas no sistema do projeto, entre os anos de 2012 a 2013. Assim foi possível gerar um modelo de estimacão de volumes que identifique os períodos de baixa arrecadação, e com isso adotar praticas de melhorias continua nas próximas arrecadações.

Palavras-chaves: Resíduos Sólidos , reciclagem, estimativa, modelo, sazonalidade

1. INTRODUÇÃO

No cenário mundial a geração de resíduos sólidos tende a crescer significativamente. Em estudo realizado pelo banco mundial no ano de 2013, revelou que a produção de RSU(resíduo sólido urbano), alcançou número de 1,3 bilhões de toneladas ao ano. O cenário para a próxima década chegará a marca de 2,2 bilhões de toneladas uma crescente de aproximadamente 70% (*What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*). No Brasil se observados os dados de 2011 à 2012 houve um crescimento de 4,1%(passando de 72 milhões para 76 milhões de toneladas ao ano), na geração de resíduos(*ABRELPE, o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013, 11ª edição*) .A contramão desse aumento crescente na geração de RSU uma parte da sociedade vem buscando alternativas que suavizem os impactos causados pela política consumista praticada mundialmente e mencionada por (*PORTILHO, 2005*).Vários segmentos da sociedade vem buscando contribuir com a adoção de boas práticas, partindo da educação ambiental, que vão desde o uso racional da água, até a reciclagem. É a chamada “onda verde”.

Em 1972 com a Conferência de Estocolmo (Suécia), soou o alerta para a pressão que o meio ambiente sofria com o crescimento econômica e a poluição industrial. Desde então alguns movimentos tem buscado mostrar aos demais setores da sociedade que o correto é o consumo de forma racional e consciente de modo a não penalizar as gerações futuras (*Buss,R. 2007- Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano -UNCHE*). Adotar o rodizio de carros nos centros urbanos, praticar o consumo consciente, a reciclagem, a economia de água e energia. Hoje já são assuntos de urgência na mídia mundial e local , em vistas dos constantes desastres ambientais que o mundo vem enfrentando.

Uma iniciativa a principio introduzida pela concessionária de energia do estado do Ceará (Coelce) onde há a troca de resíduos recicláveis por desconto na conta de luz dos clientes da empresa e que já fora disseminada nos estados do Maranhão, Paraíba, São Paulo, Minas Gerais, Pará, Rio de Janeiro, Rio Grande Sul e Sergipe, vem ganhando o reconhecimento como um projeto inovador de contribuição Ambiental e/ou Social de acordo com à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010; Lei estadual13.103/01).Além de ser citado como uma das tecnologias ao manejo no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Fortaleza. Recentemente recebeu a certificação de “Prática de Referência EducaRES”, além de outros reconhecimentos nacionais e internacionais como em 2008 onde a ONU o reconheceu como uma das vinte maiores inovações do planeta(World Business and Development Awards -WBDA).

Passado mais de oito anos desde seu lançamento em 2007, o projeto vem se mostrando uma fomentadora de modelos que são e podem ser replicados em níveis nacionais e internacionais.

Para gerenciar este processo foi necessária criação de diversos mecanismos de monitoramento e controle auxiliares. Neste trabalho será descrita uma ferramenta que foi desenvolvida a partir da necessidade de se ter estimativas quanto aos volumes de resíduos a serem arrecadas mensalmente com equidade no potencial de cada período, além de sua sazonalidade. O nome dado a esse modelo é “Estimativa de Média Residual”- EMR.

Objetivo

Levando-se em consideração as variáveis geográficas, culturais e sociais de cada município participante do projeto, foi observado que os volumes acumulados, em diferentes anos e diferentes meses, apresentam um comportamento sazonal semelhante, mesmo que os volumes fossem percentualmente diferentes. A partir dessas informações buscou se desenvolver um modelo que apresente e valide a ocorrência desta sazonalidade, bem como a aplicação do modelo para estimar volumes futuros, no projeto em curso.

Procedimento Metodológico

O projeto referência, o ECOELCE, é desenvolvido e operado em ciclos plurianuais e tem suas metas energéticas e residuais avaliadas. Entre estas metas, está a arrecadação de resíduos sólidos necessária para se ter um ganho energético que apresente uma Relação Custo Benefício (RCB) que garanta a viabilidade desse projeto, dentro do Programa de Eficiência Energética da Coelce, suportado com verba do PEE ANEEL.

Para o ciclo do ano de 2014, a meta estipulada para o projeto foi de 1700 toneladas de resíduos. Tendo esse número como referência, a gestora tecnológica e de suporte, a empresa 3E Engenharia em Eficiência Energética Ltda., realizou o desdobramento da mesma, dentro as ações previstas para o ano.

Para se obter esse desdobramento de metas, segundo Vicente Falconi(2011), tem-se como principal ação o gerenciamento desses resíduos. Segundo ele, é essencial que as organizações tenham como foco construir soluções alinhadas com os grandes desafios definidos pela alta administração. As metas definidas são analisadas e matematicamente desdobradas. Isso garante uma forma de trabalho

alinhada onde cada um contribui de uma forma pessoal para que a empresa (ou nessa caso o projeto) atinja seus objetivos. Como resultado disso tem-se:

- Satisfação do mercado (o caso do cliente – COELCE e Consumidor Coelce);
- Desenvolvimento de um pensamento sistêmico com foco nos resultados;
- Alteração de uma postura organizacional, ampliação do negocio e estímulo para novos desafios (ou metas).

Baseado nesses conceitos, foi analisado o banco de dados do projeto Ecoelce, a qual a 3E Engenharia faz a gestão, onde os valores arrecadados nos anos anteriores (2011 a 2013), foram realizadas as seguintes análises:

- a) Dos dados históricos, com a criação de metas mensais baseados nas médias históricas;
- b) Das metas mensais médias, o desdobramento para os resíduos, baseados em uma análise de regressão simples;
- c) Analisar os dados anteriores e criar metas mensais baseados em médias variáveis + Fator de Variação

É definido como Fator Variação o valor que será acrescido a média mensal estimada, para que o mesmo ao ser somada se aproxime da Meta Residual.

Baseado nesse cenário, foram propostos 03(três) modelos de estimação, buscando-se aquele que apresentasse o menor desvio-padrão médio, para o desdobramento proposto.

Da análise a modelagem do estimador

a) Modelo 1

A principio foi feito uma média mensal por cada ano, ou seja, foi levantado os valores arrecadados mensais, como por exemplo, os volumes de janeiro de 2011,2012 e 2013. Dessa informação foi calculado a média tri anual do mês de Janeiro, sendo isso replicado aos demais meses. Essa metodologia foi aplicada para elaboração do primeiro modelo de estimação gerando a seguinte formula,

$$EMR_{w1m} = \frac{x_i + x_j + x_k}{3} \quad (1)$$

b) Modelo 2

Para um segundo modelo, procurou-se desenvolver um modelo mais refinado, usando a Análise de Regressão Simples (MRLS), que consiste em um modelo que analisa e descreve a relação entre duas ou mais variáveis. Nesse caso as variáveis analisadas foram os volumes mensais e o tempo. Com isso gerou-se o seguinte modelo,

$$EMR_{w2m} = 225 - 21,6 * y_{\mu i} \quad (2)$$

c) Modelo 3

O terceiro modelo de estimação, é baseado no modelo (1), levando em consideração o acréscimo de um Fator de Variação CAPA (κ). Este fator nada mais é, do que a multiplicação de um valor percentual (estimado de acordo com a Meta Residual) pela média mensal(1). Ficando assim formulada,

$$\kappa = x\% * EMR_{w1m} \quad (3)$$

Ao juntar-se o modelo(1) e o Fator de Variação(3), obteve-se o seguinte modelo,

$$EMR_{w3m} = EMR_{w1m} + \kappa \quad (4)$$

E para a Meta Residual foi adotado a seguinte simbologia,

$$T_i = \text{Meta Residual} = 1700 \text{ toneladas}$$

Com a formulação desses modelos, foram estimadas as médias mensais que deveriam ser alcançadas pelo projeto, para que se atingisse a Meta Residual. O melhor modelo seria aquele que tivesse a menor média dos desvios-padrões mensais.

Foi adotado duas restrições:

A) O somatório das metas mensais não poderia ser inferior Meta Residual

B) O somatório das metas mensais não poderia ultrapassar a Meta Residual em mais de 20%

Assim sendo, foi-se montado a seguinte tabela.

Tabela 1. Modelos de Estimação Residual - EMR

Modelos	Parâmetros	Restrições [$T_i = \text{Meta Residual}$]
$EMR_{w1m} = \frac{x_i + x_j + x_k}{3}$	<p>i,j,k – anos da análise</p> <p>w1 – mês estimado para o modelo 1</p> <p>m – mês de referência</p>	$\sum_{m=1}^{12} EMR_{w1m} \geq T_i$ $\sum_{m=1}^{12} EMR_{w1m} \leq 20\%T_i$
$EMR_{w2m} = 225 - 21,6 * y_{\mu i}$	<p>$y_{\mu i}$ - média mensal –trianual</p> <p>w2 -mês estimado para o modelo 2</p> <p>m – mês de referência</p>	$\sum_{m=1}^{12} EMR_{w2m} \geq T_i$ $\sum_{m=1}^{12} EMR_{w2m} \leq 20\%T_i$
$EMR_{w3m} = EMR_{w1} + \kappa$	<p>κ – fator percentual de aumento</p> <p>w1 - mês estimado para o modelo 1</p> <p>w3 – mÊs estimado para o modelo 3</p> <p>m – mês de referência</p>	$\sum_{m=1}^{12} EMR_{w2m} \geq T_i$ $\sum_{m=1}^{12} EMR_{w2m} \leq 20\%T_i$

Resultados

Durante todo o ano de 2014 os modelos foram monitorados e comparados , obtendo assim os valores da Tabela 2, onde temos os valores dos três modelos, a meta distribuída igualmente entre os meses e o volume real.

Tabela 2. Volumes Reais vs. Volumes Estimados (EMR)

Mês	Volumes				META
	Volume Real	Modelo 1 (EMRw1)	Modelo 2 (EMRw2)	Modelo 3 (EMRw3)	
Janeiro	244,275	116,880	139,963	152,597	170
Fevereiro	200,936	111,734	142,627	130,356	170
Março	183,657	136,082	170,738	159,804	170
Abril	198,323	133,537	168,722	176,453	170
Mai	215,947	132,573	170,634	160,610	170
Junho	211,335	135,993	171,040	157,476	170
Julho	240,656	161,072	165,851	203,859	170
Agosto	221,494	154,832	166,636	195,893	170
Setembro	230,347	177,771	164,398	219,609	170
Outubro	206,812	162,107	167,243	189,989	170
Novembro	238,247	175,696	163,506	229,963	170
Dezembro	209,230	169,787	167,732	185,377	170
Total	2601,259	1539,449	1676,500	1879,033	1700

Ao fazer o somatório dos volumes estimados de cada modelo, observou-se que o modelo 2 foi o que mais se aproximou-se da Meta Residual. No entanto era necessário analisar as restrições do modelo e os parâmetros para a escolha do melhor. Na Tabela 2, tem-se os valores dos desvios-médios mensais de cada modelo, além da média dos mesmos. Sendo um dos requisitos para escolha do melhor modelo, aquele que apresenta-se o menor desvio-padrão médio.

Tabela 3. Média do Desvio-Padrão

Mês	Desvio-Padrão		
	Modelo 1 (EMRw1)	Modelo 2 (EMRw2)	Modelo 3 (EMRw3)
Janeiro	63,70	52,16	45,84



Fevereiro	44,60	29,15	35,29
Março	23,79	6,46	11,93
Abril	32,39	14,80	10,94
Mai	41,69	22,66	27,67
Junho	37,67	20,15	26,93
Julho	39,79	37,40	18,40
Agosto	33,33	27,43	12,80
Setembro	26,29	32,97	5,37
Outubro	22,35	19,78	8,41
Novembro	31,28	37,37	4,14
Dezembro	19,72	20,75	11,93
Média DP*	34,72	26,76	18,30

Com isso, diferentemente da comparação dos volumes, ao ser analisado os desvios médios, o Modelo 3, apresentou-se com o menor valor médio, atendendo assim ao parâmetro de escolha estabelecido.

No entanto era necessário verificar as restrições do modelo, ou seja, averiguar se o somatório dos volumes estimados estava igual ou acima da Meta Residual e no limite de até 20% acima da meta. Assim obte-se a Tabela 4 a seguir,

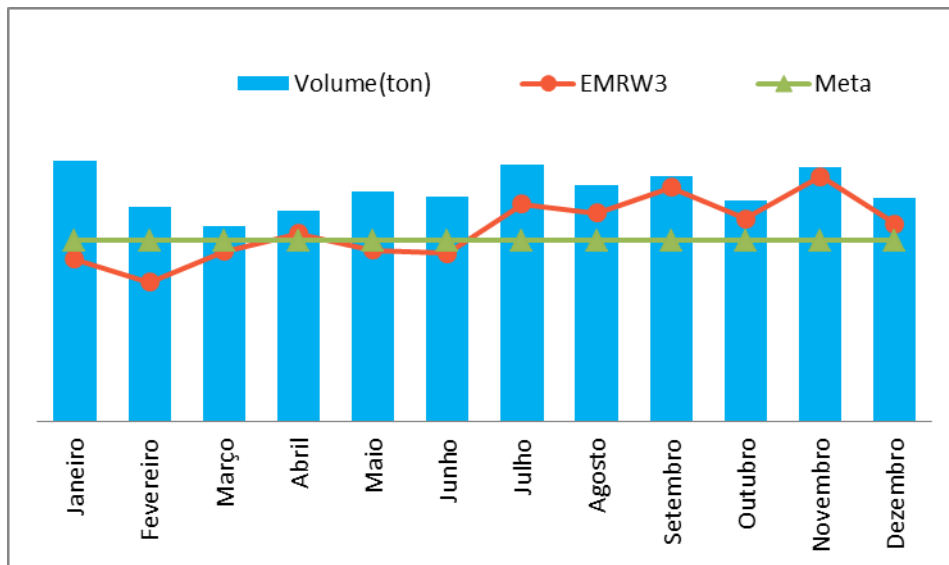
Tabela 4. Comparativo da Média do Desvio-Padrão dos Modelos Propostos

Modelo	Média Desvio Médio	% Acima da Meta
EMRw1	34,72	-9,44%
EMRw2	26,76	-1,40%
EMRw3	18,30	+10,53%

Assim comprovou-se que o Modelo 3, atendeu a parâmetro de escolha e as restrições estabelecidas para o mesmo.

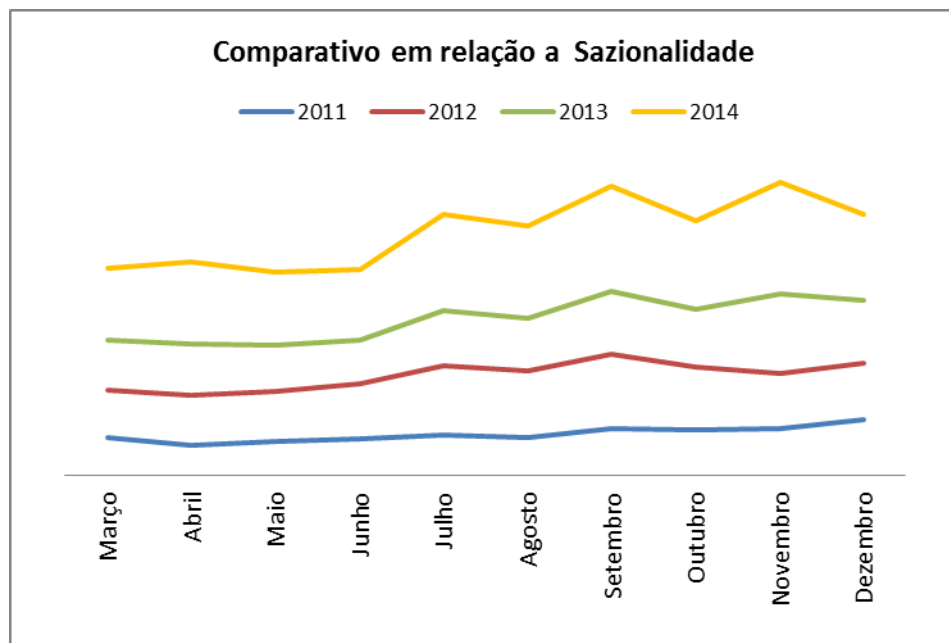
No Gráfico 1, tem-se as comparações entre o volume real do ano de 2014, a estimativa dos volumes pelo modelo 3, além da distribuição mensal da Meta Residual.

Gráfico 1. Comparativo dos Volumes vs.



Logo também observou-se que este modelo explicava a sazonalidade dos volumes independente da quantidade arrecadada., como demonstrado no Gráfico 2,

Gráfico 2. Comparativo da sazonalidade dos volumes vs. EMRW_{w3}.



Um exemplo disso é que nos anos de 2012 e 2013 o mês de Julho apresenta um alto volume arrecadado, e no mês de Agosto ha uma queda. No modelo estimado Modelo 3 este fenômeno também ocorre quando observado com seus valores reais.

Conclusão

Em um primeiro momento o Modelo 3 tem se mostrado bastante satisfatório com relação as necessidades da gestão do projeto, seja em arrecadação de volumes, seja em adotar praticas ou ações em períodos de baixa arrecadação.

Uma das recomendações do modelo é que ele sempre seja monitorado, pois podem existir fatores externos, como secas ou chuvas que podem influenciar no resultado final.

Com relação ao do fator de variação CAPA (κ), ele deve ser escolhido baseado na Meta Residual estabelecida, levando em conta as restrições apresentadas anteriormente.

A demais o Modelo 3 poderá ser replicado na gestão dos outros projeto de mesma pratica, ou ainda desdobrada, ou seja, pode se aplicar aos postos de coleta, e desse para os tipos de resíduos coletados por aquele posto, estabelecendo metas que contribuam na gestão da eficiência energética, como por exemplo metas para aumentar o volume de metal, pois o mesmo tem um alto grau de consumo energético primário.

Referência Bibliográfica

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**, São Paulo, 2014.

BANCO MUNDIAL. **WHAT a waste: A Global Review of Solid Waste Management**, Washington D.C, 2012.

Bussab, W.; Morettin, P. **Estatística Básica**. São Paulo. 5º Edição 2002

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O AMBIENTE HUMANO, 1972. **Anais**. Estocolmo, Biblioteca Virtual de Direitos Humanos da USP, 1999.

Charnet, R.; et al. **Análise de Modelos de Regressão Linear. Campinas**. 2º Edição São Paulo, Editora Unicamp, 2008.

PORTILHO, F. **Sustentabilidade, Ambiental, Consumo e Cidadania**. 2ª Edição, São Paulo, Cortez Editora, 2005.

VICENTE, F. **Gerenciamento das Diretrizes**, 5ª Edição. São Paulo, Editora Falconi, 2013.