

I-135 - O MÉTODO ANOVA APLICADO NA COLETA SELETIVA EFETUADA POR CATADORES COMO MELHORIA NA LOGÍSTICA DO TRANSPORTE DE RECICLÁVEIS

Adelino Carlos Maccarini ⁽¹⁾

Engenheiro Mecânico pela Univ. de Passo Fundo (UPF). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Eng. de São Carlos (EESC/USP). Professor dos Cursos de Eng. Mecânica e Tecnologia em Manutenção Industrial da Univ. Tecnológica Fed do Paraná (UTFPR - Campus Pato Branco).

Gilson Adamczuk Oliveira

Engenheiro Mecânico pela Fund. Univ. Fed. do Rio Grande (FURG). Mestre em Métodos Numéricos em Engenharia pela Univ. Fed. do Paraná (UFPR). Doutor em Eng. de Produção pela Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor dos Cursos de Eng. Mec. e Tecnologia em Manutenção Industrial da Univ. Tecnol. Fed. do Paraná (UTFPR-Campus Pato Branco).

João Bosco Ladislau de Andrade

Licenciado em Ciências e Engenheiro Civil pela UFAM (Univ. Fed. Amazonas). Mestre em Eng. Civil pela UFP (Univ. Fed. Paraíba). Doutor em Eng. Civil pela Esc. Eng. São Carlos (EESC/USP). Professor da UFAM. Instrutor da Assoc. Bras. de Eng. Sanit. e Ambiental e conselheiro da Fundação Universitária Iberoamericana.

Endereço⁽¹⁾: Via do Conhecimento, km 01 – Bairro Fraron – Pato Branco - PR - CEP: 85.503-390 - Brasil - Tel: +55 (46) 3220-2580 - Fax: +55 (46) 3220-2500 - maccarini@utfpr.edu.br.

RESUMO

A coleta seletiva realizada por catadores vem se estruturando a cada dia. Frequentemente surgem métodos para minimizar o esforço dos catadores, mas eles ainda enfrentam sérias dificuldades logísticas no transporte de recicláveis, principalmente quando têm que percorrer longas distâncias e os desníveis das ruas for acentuado.

A proposta deste trabalho é que se instalem entrepostos móveis de recebimento de recicláveis, com caminhões que recebam a granel todos os materiais coletados pelos catadores, que os entregarão para alguém que ficará no caminhão para a pesagem e posterior pagamento ao catador. Com a utilização do método de Análise de Variância – ANOVA, este recebimento deverá ser uma operação rápida, com registro histórico de cada coleta efetuada em uma planilha e cálculos de valores com base neste histórico, minimizando assim os erros na pesagem a granel e melhorando a cada coleta, a confiabilidade do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Coleta seletiva, catadores, resíduos sólidos, lixo, métodos estatísticos, ANOVA.

INTRODUÇÃO

A coleta seletiva realizada por catadores vem se estruturando a cada dia. Frequentemente surgem métodos para minimizar o esforço, mas os catadores ainda enfrentam sérias dificuldades logísticas no transporte de recicláveis, principalmente quando têm que percorrer longas distâncias e os desníveis das ruas for acentuado. Alguns métodos são inviáveis economicamente, com investimentos altíssimos e inacessíveis à realidade dos catadores.

Um exemplo disto é a instalação de entrepostos fixos espalhados pela cidade, para a entrega e comercialização de recicláveis, que além de onerosos, provocariam desconforto aos moradores do entorno por causar focos de sujeira e odores, proliferação de vetores, como ratos, baratas, moscas, entre outros. Se estes entrepostos fixos fossem gerenciados por catadores, a comunidade do entorno de certa forma rejeitaria ainda mais a iniciativa, já que, entre outros problemas, muitos moradores, por desconfiança, não aceitam os catadores.

A proposta deste trabalho, é que, ao invés de entrepostos fixos de recebimento, instalem-se entrepostos móveis, com caminhões que recebam a granel, todos os materiais coletados. Os catadores entregarão os materiais para alguém que ficará no caminhão para a pesagem e posterior pagamento ao catador. Com a utilização do método de Análise de Variância - ANOVA proposto por Anderson, Sweeney & Williams (2003), este recebimento deverá ser uma operação rápida, com registro histórico de cada coleta efetuada em uma planilha e cálculos de

valores com base neste histórico, minimizando assim os erros na pesagem a granel e melhorando a cada coleta, a confiabilidade do sistema.

OBJETIVOS

Este trabalho visa, portanto, propor a implementação de uma pequena parcela deste conjunto de procedimentos necessários para atingir estes objetivos, quais sejam:

- (i) Realizar estudos para a otimização de processos e recebimento de recicláveis, agilizando a pesagem e comercialização dos materiais pelos catadores;
- (ii) Propor interpolações entre as pesagens dos materiais coletados diariamente pelos catadores e o histórico do que foi coletado durante certo período, seja este período acumulativo entre alguns dias, meses ou até anos;
- (ii) Procurar meios mais eficientes e rápidos para a comercialização de materiais a partir da pesagem a granel.

MATERIAIS E MÉTODOS

Métodos estatísticos aplicados à coleta seletiva realizada pelos catadores

Visando aumentar o grau de confiabilidade dos dados coletados e a minimização de erros, cita Caten (2007) que, antes de iniciar a coleta destes dados, é importante que seja definida a sua finalidade, de que forma, onde e o que se pretende obter destas informações.

Para a realização deste trabalho, foram levadas em consideração variadas possibilidades de cálculos estatísticos, propostos por Hines (2006).

Neste artigo, os dados foram analisados utilizando-se a Análise de Variância –ANOVA.

Método de pesagem a granel

Para a efetivação deste método, deverá ser previamente implantado o modelo de coleta seletiva realizada por catadores, proposta por Maccarini (1998). Este modelo envolve a participação efetiva da comunidade envolvida, que deverá deixar o lixo separado em frente às suas casas, em dias específicos da semana. Os catadores em seguida, passam coletando e, desta forma, assim que preencherem os carrinhos os levam para estes centros móveis de recepção de recicláveis.

Os receptores pesarão a granel todo o material vindo de cada catador, depositando-os em tulas dentro dos centros móveis de recepção de materiais (que pode ser um caminhão ou similar), para em seguida, serem transportados aos centros de triagem com a posterior separação de cada item específico. Este procedimento tenderá ser rápido, haja vista que não será preciso que o receptor ou os catadores façam a triagem detalhada dos materiais, para em seguida saberem quanto e o que foi coletado. Isto propiciará que os catadores voltem ao trecho para realizarem mais coletas.

RESULTADOS

Tipo de resíduo coletado

Análise dos percentuais de coleta por tipo de resíduos é apresentada na Figura 1. Nessa Figura, os valores médios aparecem com os intervalos LSD (*Least Significant Differences Intervals*) com 95% de confiança, corroborando com a significância do teste F realizado na ANOVA, que demonstra haver diferenças significativas entre alguns dos percentuais de coleta por tipo de resíduo.

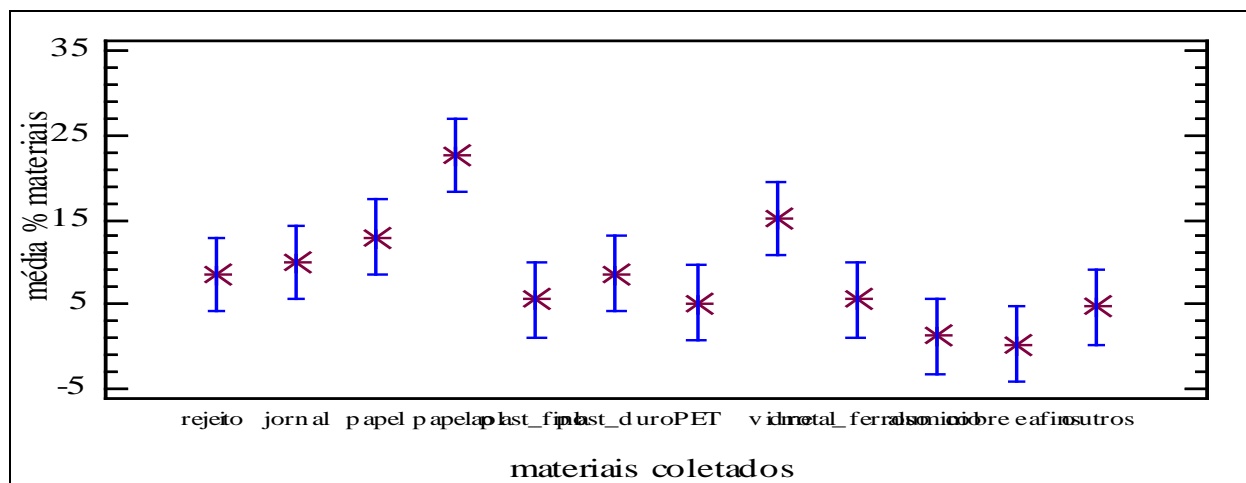


Figura 1: Resultados do teste ANOVA.

A Tabela 1 apresenta a comparação múltipla para determinar quais os tipos de resíduos que apresentam percentuais semelhantes que não diferem significativamente a um nível de significância de 5%. O método utilizado foi o procedimento da mínima diferença significativa (LSD) de Fischer. Os resíduos que estão em um mesmo grupo aparecem com um X na mesma coluna. Conforme Tabela 1, verifica-se a divisão dos resíduos em cinco agrupamentos.

Tabela 1: Comparação múltipla para determinar a afinidade entre os materiais.

Materiais	Parcela (%)	Agrupamento				
		1º.	2º.	3º.	4º.	5º.
Cobre e afins	0,25	X				
Alumínio	1,19	X	X			
Outros	4,60	X	X	X		
PET	5,17	X	X	X		
Metal ferroso	5,51	X	X	X		
Plástico fino	5,54	X	X	X		
Rejeito	8,47	X	X	X	X	
Plástico duro	8,59	X	X	X	X	
Jornal	9,97			X	X	
Papel	12,93			X	X	
Vidro	15,14				X	X
Papelão	22,65					X

A Tabela 2 apresenta novos agrupamentos realizados a fim de realizar as médias dos percentuais de cada novo grupo, multiplicado pelo valor de comercialização por tonelada.

Tabela 2: Análise e formação de grupos, sem repetir o tipo de resíduo.

Materiais	Parcela (%)	Soma dos agrupamentos (%)	Média aritmética dos agrupamentos (%)	Valor de comercialização por tonelada (R\$)	Valor devido à comercialização
cobre e afins	0,25	1,44	0,72	7.000,00	R\$ 50,41
alumínio	1,19			2.000,00	R\$ 14,40
outros	4,60	47,85	7,60	sem valor definido	R\$ 0,00
PET	5,17			360,00	R\$ 24,61
metal_ferroso	5,51			200,00	R\$ 13,67
plast_fino	5,54			200,00	R\$ 13,67
rejeito	8,47			sem valor de comercializ.	R\$ 0,00
plast_duro	8,59			260,00	R\$ 17,77
jornal	9,97			50,00	R\$ 3,42
papel	12,93	28,07	18,89	400,00	R\$ 56,13
vidro	15,14			200,00	R\$ 28,07
papelão	22,65	22,65	22,65	180,00	R\$ 40,77
Valor total devido à venda dos materiais					R\$ 262,92

A partir deste levantamento, os novos grupos a serem formados foram:

- a) Primeiro grupo: cobre e afins junto com o alumínio;
- b) Segundo grupo: outros, PET, metal ferroso, rejeito, plástico duro, plástico fino e jornal;
- c) Terceiro grupo: papel e vidro;
- d) Quarto grupo: papelão (que ficou isolado em seu grupo).

Para fins ilustrativos, o resultado da comercialização dos materiais por tonelada, com separação prévia e utilização da média aritmética, foi de R\$234,36. Utilizando a Análise de Variância ANOVA o resultado foi de R\$262,92, semelhante ao da primeira, que é o resultado real. Em outras palavras, pela média de coleta em uma tonelada, o catador utilizando o método proposto, comercializaria os materiais com uma diferença média de valores de 12,1% entre o proposto (ANOVA) e pela venda usual, ou seja, a partir de médias reais (das amostras), com separação e pesagem item por item.

Vantagens em se utilizar o método de pesagem a granel

A seguir são enumeradas algumas vantagens decorrentes da implantação deste método de pesagem a granel, quais sejam: (i) Devido à economia de tempo em não precisar esperar para separar os materiais, os catadores poderão voltar ao trecho para realizarem novas coletas; (ii) Como o entreposto ficará estrategicamente próximo ao local de coleta, o tempo de deslocamento será reduzido, pois não será preciso que os catadores se desloquem longas distâncias para venderem os materiais; (iii) Se eles se organizarem em cooperativas, os valores na comercialização dos materiais poderão ser maiores, devido à venda por atacado; (iv) Se houverem sobras nos valores da comercialização devido aos erros nas estimativas, estas sobras poderão ser divididas entre eles nos finais de cada mês.

CONCLUSÕES

Os estudos para a otimização de processos e recebimento de recicláveis a partir da pesagem a granel, resultou na agilização da pesagem e comercialização dos materiais pelos catadores, ou seja, é um meio mais eficiente e rápido que os métodos convencionais.

A partir da análise das médias aritméticas dos três grupos, totalizando 13 amostras, foram obtidas informações relevantes e significativas, dado o número restrito de amostras.

A partir da análise da ANOVA, verificou-se que não existem diferenças significativas nas quantidades de materiais para o tipo de lixo entre a maior parte dos materiais coletados pelos catadores. A partir da Figura 1 verificou-se estatisticamente que muitos destes materiais, têm poucas diferenças significativas entre eles, ou seja, abaixo dos 5%.

Os materiais que mais tem diferenças em relação às quantidades são o papelão e o vidro. Isto quer dizer que o catador poderia entregar todos os materiais misturados, com exceção do papelão e vidros, para em seguida, serem pesados e comercializados sem que haja perdas significativas para ambas as partes envolvidas, seja do catador ou do receptor.

Por outro lado, como recomendado pelos resultados do teste ANOVA em reagrupar os recicláveis em cinco distintos grupos para comercializá-los de forma homogênea entre cada grupo, este procedimento facilitaria em muito o processo como um todo, pois não seria necessário separar item por item.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSON, D. R., SWEENEY, D. J. & WILLIAMS, T. A. Essentials of statistics for business and economics. 2nd ed. Ed. Thomson South-Western, Mason, OH, USA, 2003.
2. CATEN, C. S. Métodos quantitativos: modo de compatibilidade. Porto Alegre: LOPS – PPGE – UFRGS. Transparências em Power Point, 2007.
3. HINES, W. W. et al. Probabilidade e estatística na engenharia. Tradução de Vera Regina Lima de Farias e Flores. 4ª. edição. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
4. MACCARINI, A. C. Balanço do potencial energético de resíduos sólidos domiciliares a partir da coleta seletiva efetuada por catadores. São Carlos. 96p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), 1998.