

7025 - RECICLAGEM DE BATERIAS DE ÍONS DE LÍTIO DE TELEFONES CELULARES POR PROCESSAMENTO MECÂNICO

D. O. de Brito^{1*}; E. C. C. Braçado²; R. C. da Costa¹; D. A. Bertuol³; A. M. Bernardes¹

1 – LACOR – DEMAT-EE – UFRGS

* danieloliveiradebrito@gmail.com

2 - Universidade Agostinho Neto – Angola

3 – ICET – FEEVALE

Palavras-chave: Baterias - Li-ion - Reciclagem

Introdução

▪ **Aplicações:** telefones celulares, mp3 players, laptops, câmeras digitais, filmadoras, marca-passos, brinquedos eletrônicos e carros elétricos;

▪ **Composição:**



Figura 1. Componentes de uma bateria de íons de lítio: A - Separador; B - Blindagem metálica; C - Fitas adesivas; D - Material ativo do cátodo; E - Material ativo do ânodo; F - Carcaça externa; G - Coletor de carga do cátodo; H - Coletor de carga do ânodo; I - PCI's.

▪ **Contexto:**

- 2004 – União Europeia – Apenas 17% das baterias de íons de lítio foram coletadas e enviadas para tratamento.
- 2004 - 700 milhões de baterias de íons de lítio descartadas irregularmente ao redor do mundo.
- 2006 – Brasil - 500 toneladas descartadas irregularmente.

▪ **Importância da Reciclagem de baterias:**

- Preservação ambiental
- Alto valor de mercado do cobalto, lítio, cobre e alumínio.

▪ **Técnicas de Reciclagem:**

- Processos Pirometalúrgicos: caracterizados pelo grande gasto energético e grande quantidade de emissões atmosféricas, que abrange desde dioxinas, compostos clorados até vapores de mercúrio. Apresenta baixa seletividade para determinados grupos de metais.
- Processos Hidrometalúrgicos: caracterizados pela grande geração de efluentes, resultantes da lixiviação ou extração por solventes e pelo baixo custo.

Metodologia

▪ **1. Equipamentos:**

- Moinho de martelos
- Separador Magnético
- Separador Granulométrico
- Espectrofotômetro de Absorção Atômica; Fotômetro de Chamas (Análises Químicas)

▪ **2. Material:**

- 35 baterias de íons de lítio NOKIA BL-5C = 715g (300g para testes preliminares e 415g usados no processo de reciclagem)

▪ **3. Determinação dos parâmetros ótimos para as variáveis do processo:**

- Taxa de Alimentação para o Separador Magnético:
 - Velocidade de rotação da esteira constante: 40 rpm
 - Taxas de alimentação estudadas: 10g/min; 30g/min; 50g/min.
- Velocidade de Rotação da Esteira do Separador Magnético:
 - Velocidades de rotação estudadas: 20 rpm; 40 rpm; 60 rpm; 80 rpm
 - Taxas de alimentação constante: 30g/min

▪ **4. Balanço de Massa:**

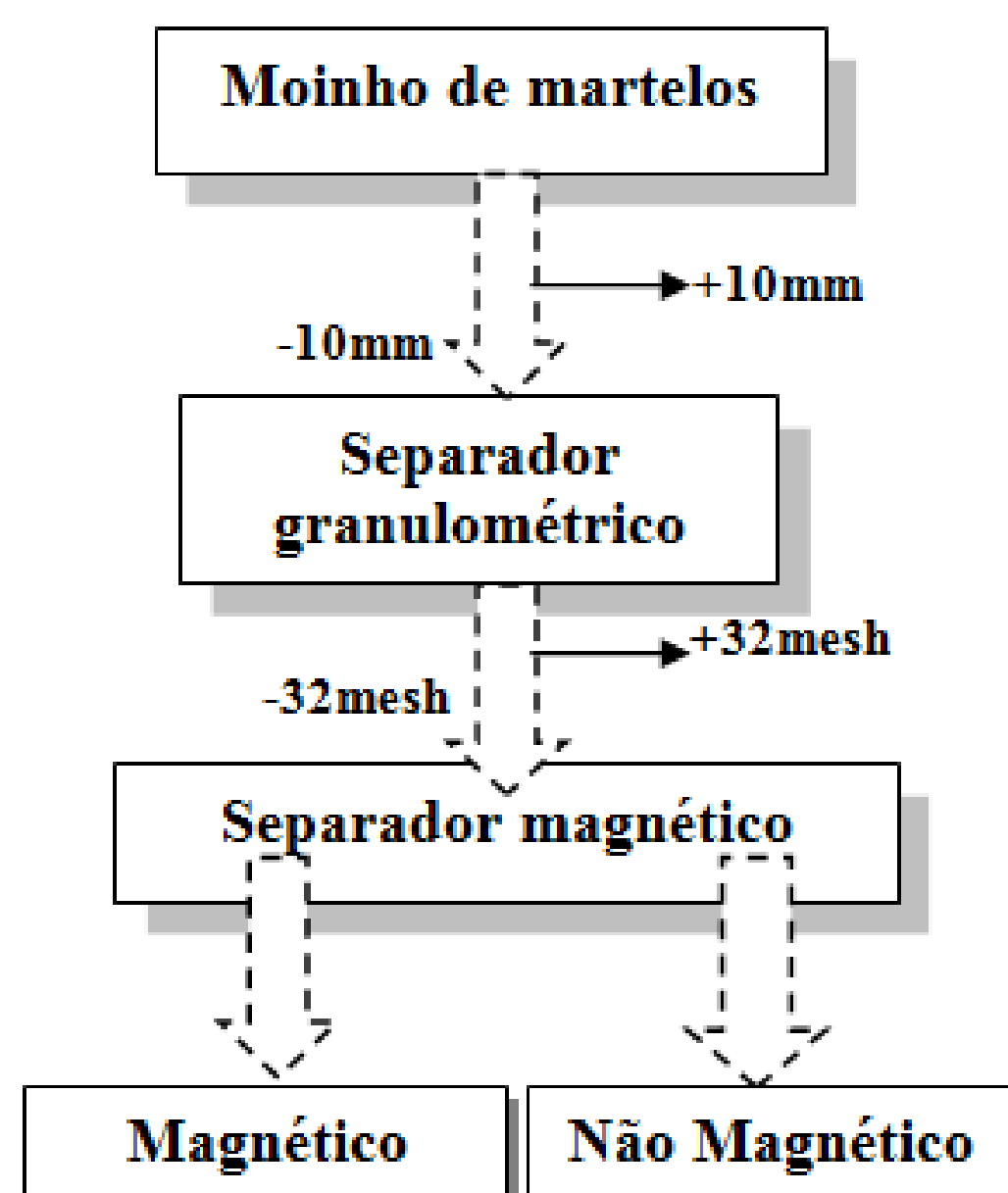


Figura 2. Nokia BL-5C

Figura 3. Fluxograma do processamento mecânico das baterias de íons de lítio

Resultados

1. **Determinação da Taxa de Alimentação ótima para o processo:**

Tabela 1. Eficiência da separação magnética em função da taxa de alimentação.

Taxa de alimentação (g/min)	Fração (% m/m)	
	Magnética	Não-magnética
50	72,92	27,08
30	70,57	29,43
10	70,55	29,45

- Ao reduzir taxa de alimentação, houve um aumento na quantidade de material não-magnético.
- A partir de 30g/min a taxa de separação das frações torna-se constante.



▪ A menor eficiência com elevadas taxas de alimentação deve-se ao excesso de material na esteira, provocando o arraste das partículas (Figura 4).

Figura 4. Distribuição das partículas na esteira vibratória do separador magnético com taxas de alimentação de 10g/min (esquerda) e 50g/min (direita).

2. **Determinação da Velocidade de Rotação ótima da Esteira do Separador Magnético para o processo:**

Tabela 2. Eficiência da separação magnética em função da velocidade de rotação da esteira.

Velocidade de Rotação (rpm)	Fração (% m/m)	
	Magnética	Não-Magnética
20	84,01	15,99
40	80,05	19,94
60	75,9	24,09
80	71,29	28,71

- Menores velocidades de rotação da esteira do separador magnético provocam o aumento na quantidade de material retido na fração magnética.
- independente da velocidade de rotação da esteira, não é possível separar completamente as duas frações.
- Baixa eficiência na separação ocorre devido à formação de aglomerados, associados à umidade e/ou resquícios do solvente.

Tabela 3. Composição das frações magnética e não-magnética obtidas por análise química para diferentes velocidades de rotação da esteira do separador magnético

Velocidade (rpm)	Fração magnética (%)					Fração Não-magnética (%)				
	Co	Li	Cu	Al	C	Co	Li	Cu	Al	C
20	30,8	34,62	2,76	10,72	21,1	3,04	0,8	31,56	63,72	0,88
40	34,8	37,98	1,4	9,56	16,26	2,76	1,2	30,24	63,32	2,48
60	30,4	30,77	2,36	8,2	28,27	5,84	2,4	32,76	54,56	4,44
80	18,6	22,94	3,16	7,64	47,66	1,72	0,84	16,52	55,64	25,28

3. **Balanço de Massa**

Tabela 4. Análise química das frações finais resultante do processo de reciclagem

Fração	Composição (%)				
	Li	Co	Al	Cu	C
Magnética	4,62	52,42	0,49	0,05	8,30
Não-magnética	4,54	40,60	0,33	0,07	18,20

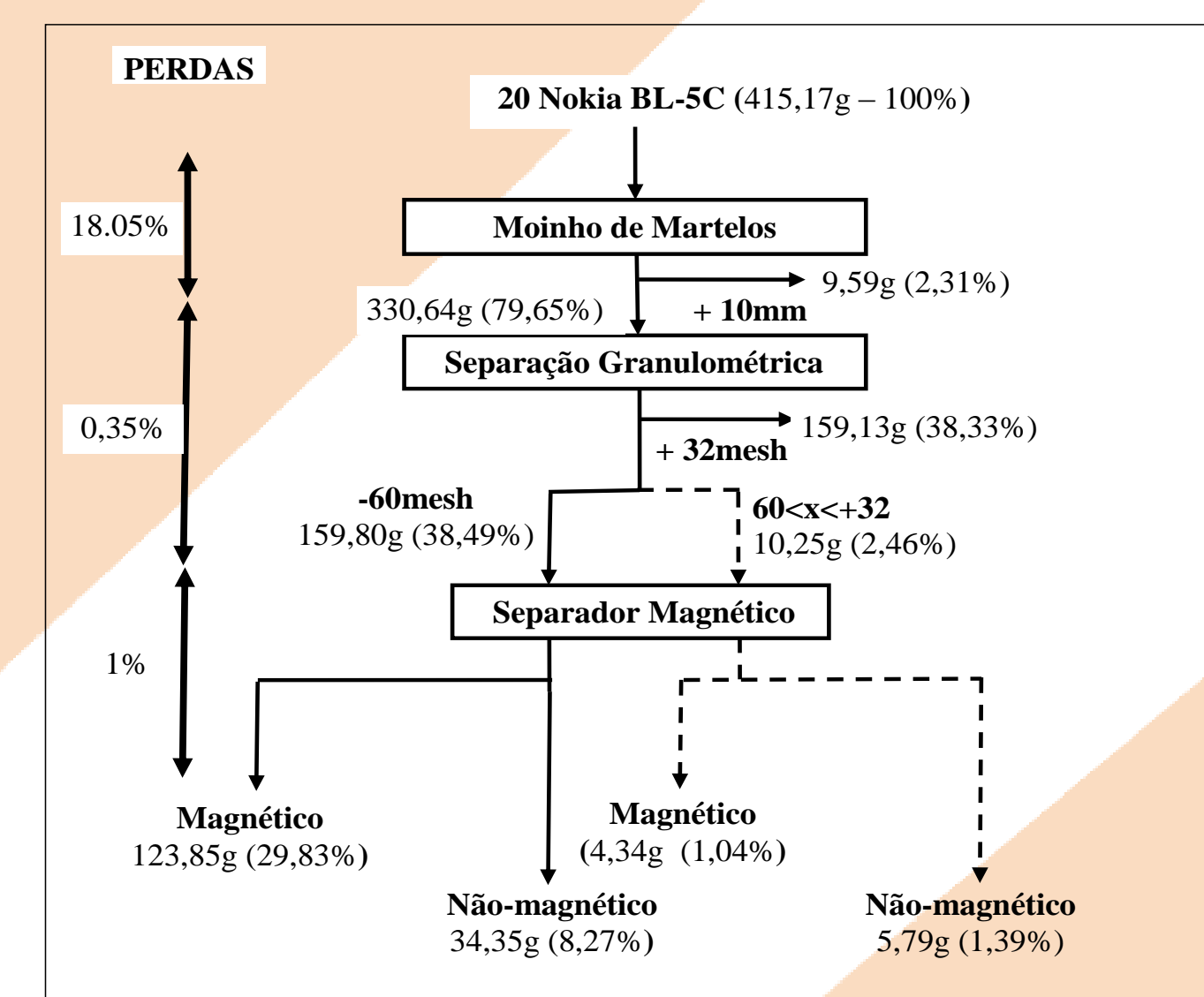


Figura 5. Balanço de massa do processo de separação mecânica das baterias de íons de lítio

- A fração retida no moinho de martelos é composta inteiramente por polímeros resultantes da carcaça externa das baterias e dos separadores.
- As perdas na etapa de moagem em moinho de martelos deve-se à volatilização de parte do eletrólito, que representa cerca 9% em relação à massa total das baterias.
- Não houve boa separação dos materiais na etapa de separação magnética. Apenas 67% do total da fração magnética corresponde ao LiCoO_2 .
- A quantidade de material magnético recuperada na fração magnética final foi de apenas 37% m/m em relação à amostra inicial usada no processo.

Conclusões

- A eficiência da separação do LiCoO_2 está ligada, principalmente, à velocidade de rotação da esteira do separador magnético.
- Com exceção dos solventes do eletrólito, todo o restante das baterias de íons de lítio pode ser reciclado por processamento mecânico.
- A eficiência de recuperação do LiCoO_2 foi de 67% apenas, confirmando os resultados dos testes previamente realizados para a velocidade de rotação da esteira.
- A baixa eficiência do processo pode ser justificada pela presença de umidade e/ou resquícios do eletrólito, alta aderência das partículas de carbono e acúmulo de carga eletrostática por algumas partículas.

Referências

- BERNARDES, A. M.; ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S Recycling of batteries: a review of current processes and technologies. J. Power Sources, v.130, n.1-2, 291-298, 2004.
- LONDON METAL EXCHANGE. NON-FERROUS METALS. Disponível em: http://www.lme.com/downloads/LME_Minor_Metals_brochure_web_300310.pdf Acesso 15 abr. 2010.
- KARNCHANAWONG, S.; LIMPITEEPRAKAN, P. Evaluation of heavy metal leaching from spent household batteries disposed in municipal solid waste. Waste Management, Bangkok, v.29, n.2, 550-558, 2009.
- SHIN, S.M.; KIM, N.H.; SOHN, J.S.; YANG, D.H.; YOUNG, H.K. Development of a metal recovery process from Li-ion battery wastes. Hydrom., Taejon, v.79, n.3-4, 172-181, 2005.
- XU, J.; THOMAS, H. R.; FRANCIS, R. W.; LUM, K. R.; WANG, J.; LIANG, B. A review of processes and technologies for the recycling of lithium-ion secondary batteries. J. Power Sources, v.177, n.2, 512 - 527, 2008.

Agradecimentos: CAPES, CNPq, FAPERGS