



ÁREA TEMÁTICA: RECICLAGEM

CARACTERIZAÇÃO ELEMENTAR DAS FRAÇÕES DE BATERIAS DE ÍONS DE LÍTIO COMINUIDAS

José Cristiano Mengue Model¹ (jose.model.jc@gmail.com), Ronei Tiago Stein¹ (ronei.tiago@yahoo.com.br), Hugo Marcelo Veit¹ (hugo.veit@ufrgs.br)
1 Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

As baterias de íons de lítio (BILs) são as mais empregadas atualmente em eletroeletrônicos portáteis devido à sua alta densidade de energia e apresentarem um peso bem reduzido quando comparadas com as de outro tipo de material. A tecnologia, como um todo, é planejada com obsolescência programada e não é diferente no caso das baterias, logo, se faz necessário atuar no desenvolvimento de rotas de reciclagem para evitar o impacto ambiental causado pelos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), assim como a onerar o produto final devido à extração dos minérios cada vez menos abundantes. Este trabalho tem por objetivo caracterizar os teores elementares de diferentes frações de BILs cominuidas para posterior estudo de uma rota econômica e ambientalmente viável.

Palavras-chave: BILs, lítio, cobalto.

ELEMENTARY CHARACTERIZATION OF THE FRACTIONS OF LITHIUM-ION BATTERIES COMMUNUTED

ABSTRACT

Lithium ion batteries (LIBs), in nowadays, are the most used in portable electronics due to their high energy density and have a very low weight when compared to other types of material. The technology, as a whole, is planned with programmed obsolescence and it is not different in the case of batteries, therefore, it is necessary to act in the development of recycling routes to avoid the environmental impact caused by the waste of electronic equipment (WEEE), as well as burdening the final product due to the extraction of less and less abundant ores. This work aims to characterize the elementary contents of different fractions of comminuted LIBs for further study of an economically and environmentally viable route.

Keywords: LIBs, lithium, cobalt.

1. INTRODUÇÃO

A demanda por fontes portáteis de armazenamento de energia continua ascendente em virtude dos equipamentos eletrônicos que a sociedade contemporânea, a cada dia mais dependente da tecnologia, faz uso, especialmente os *smartphones*; as BILs são consideradas as mais robustas em termos de capacidade de armazenamento em relação ao seu peso. No Brasil, no ano de 2019, haviam 228,64 milhões de linhas ativas (ANATEL, 2020) enquanto a população brasileira era de 211 milhões (IBGE, 2020). As BILs funcionam como uma célula galvânica, composta por um ânodo (pó de grafite depositado sobre uma folha suporte de cobre), um cátodo (óxido de lítio-cobalto LiCoO_2 depositado numa folha suporte de alumínio) e um eletrólito que permite a troca iônica durante o processo de carga e descarga. Com vida útil de cerca de dois anos, a quantidade de



REEE gerado pelas BILs danificadas ou obsoletas, tem importante cunho ambiental, além de evitar a contaminação do solo pelo inadequado descarte, a reciclagem é capaz de prover, de forma mais econômica, matérias-primas quando contraposta ao processo de obtenção por extração dos seus respectivos minérios.

Segundo Li *et al.* (2018), cerca de 500 mil toneladas de produtos/materiais a base de lítio foram produzidos na China. Essa demanda por lítio não implica apenas na escassez dos recursos naturais, leva em consideração todo o impacto ambiental no processo de mineração como contaminação do solo e água, emissão de gases de efeito estufa e os mais variados danos possíveis ao ecossistema (AGUSDINATA *et al.*, 2018).

O fluoreto de polivinilideno (PVDF) é um polímero utilizado como aglutinante dos póis do cátodo e do ânodo, sobre as lâminas-suporte, na fabricação de BILs (Zhong, X. *et al*, 2021).

2. OBJETIVO

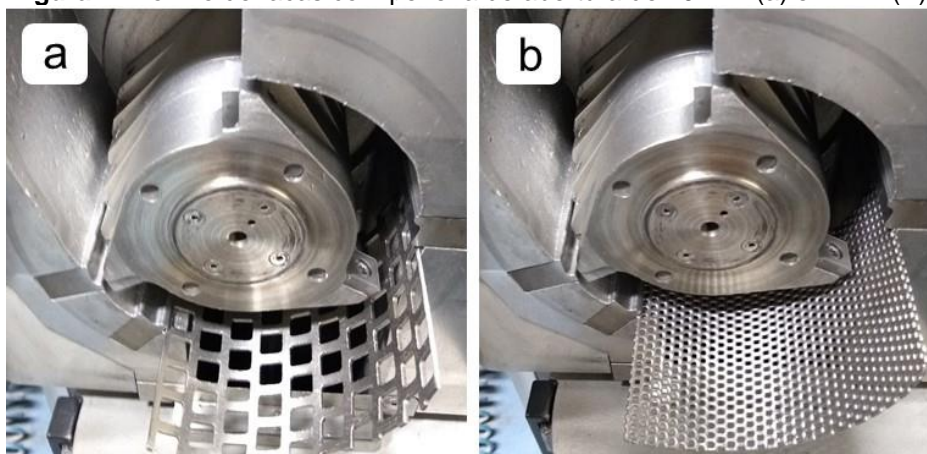
Caracterização das frações de baterias de íons de lítio cominuídas para posterior estudo de rotas de reciclagem e análise de decomposição térmica do PVDF.

3. METODOLOGIA

No trabalho anterior (SCHMIDT *et al.* 2019), após ter sido realizado o desmanche manual da bateria, cada componente foi caracterizado separadaemnte.

Para esse trabalho, as BILs (400 unidades de várias marcas e modelos) foram cominuídas em um moinho de facas da marca Retsch, modelo SM2000. Na primeira etapa, uma peneira com abertura de 10 mm foi utilizada, conforme pode ser visto na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** 1.a; a massa resultante foi colocada novamente no moinho para se atingir uma granulometria final menor, porém, dessa vez, foi utilizada uma peneira com abertura menor (2 mm) apresentada na Figura 1.b

Figura 1. Moinho de facas com peneira de abertura de 10 mm (a) e 2 mm (B).



Após a cominuição, um conjunto de peneiras da marca Bertel, com aberturas de 1 mm e 500 μm , foi utilizado para dividir a massa total em três frações, de acordo com o tamanho da partícula.

Do peneiramento resultaram três frações distintas: $F1 > 1 \text{ mm}$, $1 \text{ mm} > F2 > 500 \mu\text{m}$ e $F3 < 500 \mu\text{m}$. A propósito de quantificar a composição elementar, de cada uma das frações, foram realizados, em triplicata, os ensaios de lixiviação com H_2SO_4 concentrado, razão S/L de 10g/L, sob agitação mecânica e à temperatura ambiente por duas horas. Ao término das lixiviações, as soluções foram



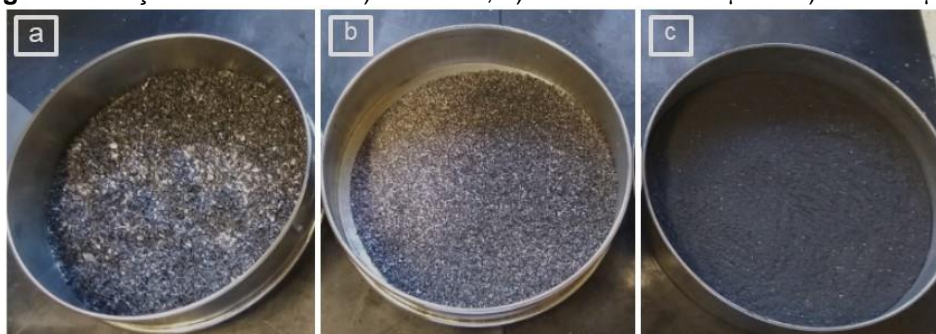
filtradas e avolumadas com água ultrapura e uma alíquota foi tomada para análise por ICP-OES (Agilent Technologies 5110).

A fim de se estudar melhoria na eficiência de lixiviação, por meio da degradação térmica do PVDF, pretende-se realizar um pré-tratamento pirometalúrgico do pó das BILs cominuídas. Primeiramente, foi realizada a análise termogravimétrica (TGA) de uma amostra pura de PVDF para definir o comportamento da perda de massa frente à temperatura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa total das 400 BILs, antes e após a cominuição, foi de 13068,6 g e 12090,7 g, respectivamente. A perda de massa foi de 977,9 g (7,48 %) durante o processamento. As frações mássicas, após peneiramento, são mostradas na Figura 2 (a, b e c) e representam 18,1 %, 12,7 % e 69,1 %, respectivamente.

Figura 2. Frações da amostra: a) $F > 1 \text{ mm}$, b) $1 \text{ mm} > F > 500 \mu\text{m}$ e c) $F < 500 \mu\text{m}$.



O percentual mássico maior foi para as partículas com tamanho inferior a $500 \mu\text{m}$, onde se encontra o material de interesse a ser recuperado (LiCoO_2).

Na Tabela 1 são apresentados os teores, em percentual mássico, para cada elemento para cada uma das três frações estudadas, já na Tabela 2 tem-se uma relação do teor de cada elemento nas três frações corroborando com os estudos anteriores que o maior percentual dos elementos de interesse, lítio e cobalto, encontram-se nas partículas de menor granulometria.

Tabela 1. Percentual mássico elementar para cada elemento para cada uma das frações.

Fração	Elemento					
	Al (%)	Co (%)	Cu (%)	Fe (%)	Li (%)	Mn (%)
F1	80,19	4,41	12,30	1,06	0,57	1,48
F2	48,73	8,42	39,59	0,85	1,17	1,25
F3	9,98	69,17	8,54	0,77	9,39	2,15

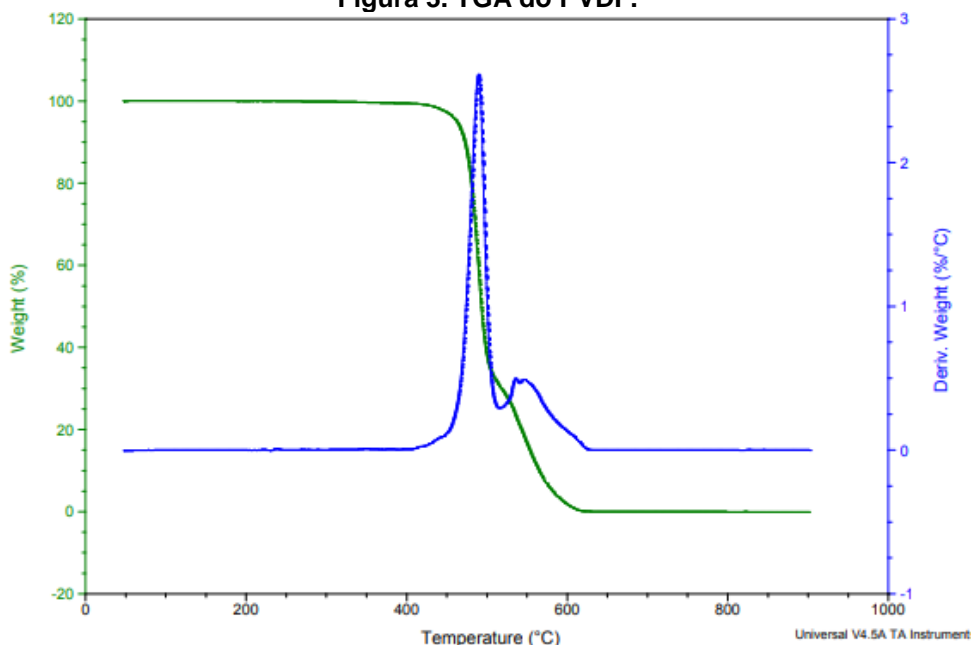
Tabela 2. Relação das massas elementares entre as frações.

Elemento	Fração		
	F1	F2	F3
Co	5,38	10,27	84,35
Li	5,09	10,52	84,39

Na Figura 3 é apresentada a degradação térmica do PVDF em função da temperatura, observa-se que, após 630°C , a perda de massa mantém um patamar e tende a zero, ou seja, toda a matéria orgânica foi evaporada.



Figura 3. TGA do PVDF.



5. CONCLUSÃO

A fração com maior percentual mássico, dos elementos de interesse, foi a de partículas menores que 500 microns representando 84,35 e 84,39 % para o cobalto e o lítio, respectivamente. A massa do PVDF tende a zero em temperatura superior a 630°C.

REFERÊNCIAS

AGUSDINATA, D. B., Liu, W., Eakin, H., Romero, H. **Socio-environmental impacts of lithium mineral extraction: towards a research agenda.** Environmental Research Letters, Volume 13, 2018

ANATEL - [https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/brasil-registra-228-25-milhoes-de-linhas-moveis-ativas-em-agosto-de-2019#:~:text=N%C3%BAmeros%20divulgados%20pela%20Ag%C3%A2ncia%20Nacional,%25\)%20nos%20%C3%BAltimos%20doze%20meses](https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/brasil-registra-228-25-milhoes-de-linhas-moveis-ativas-em-agosto-de-2019#:~:text=N%C3%BAmeros%20divulgados%20pela%20Ag%C3%A2ncia%20Nacional,%25)%20nos%20%C3%BAltimos%20doze%20meses). Consulta em: 24/08/2021

IBGE - <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28668-ibge-divulga-estimativa-da-populacao-dos-municipios-para-2020#:~:text=O%20IBGE%20divulga%20hoje%20as,77%25%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20a%202019>. Consulta em: 24/08/2021

Li, L., Zhang, X., Li, M. *et al.* **The Recycling of Spent Lithium-Ion Batteries: a Review of Current Processes and Technologies.** *Electrochem. Energ. Rev.* 1, 461–482 (2018).

SCHMIDT, L.M., Model, J.C.M., Stein, R.T., Veit, H.M. **Caracterização dos materiais presentes em baterias e ímãs de aparelhos celulares obsoletos.** 10º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2019, João Pessoa, PB, Brasil.

Zhong, X. *et al.* **Binding mechanisms of PVDF in lithium ion batteries.** Applied Surface Science vol. 553, 2021