

**AVALIAÇÃO DO NÍQUEL PARA A RECUPERAÇÃO DE PILHAS E BATERIAS  
SECUNDÁRIAS**DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.5.22.IV-013>**Jaqueline Tomasini Orth 1 (\*), Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso 2, Andreia Cristina Furtado 1, José Ricardo Cezar Salgado 1,2**

\* 1 Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade, Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território, 2 Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-Americana- UNILA. E-mail: jose.salgado@unila.edu.br

**RESUMO**

A geração de energia sustentável aumenta a cada ano, e conseqüentemente, torna-se necessário o armazenamento dessa energia para ser utilizada posteriormente. Neste sentido, as pilhas e baterias secundárias que convertem energias envolvidas nos processos químicos em energia elétrica surgem como uma opção viável para o armazenamento de energia. Dentre as baterias secundárias, as baterias de Ni-Cd, Ni-Zn e baterias de Ni-MH, utilizam o níquel como material catódico, e despertam uma grande preocupação em relação à recuperação deste metal. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo a investigação eletroquímica sobre a formação das diversas fases de níquel presentes nesses sistemas, ou seja,  $\alpha/\beta$  - hidróxido de níquel, verificando a sua estabilidade e eficiência, para que seja possível reaproveitar as baterias descartadas. Para este estudo, o níquel foi preparado a partir da redução do cloreto de níquel com uma solução de borohidreto de sódio e pó de níquel comercial foram usados para comparação com o níquel retirado de baterias descartadas que foram descartadas. As amostras sintetizadas foram caracterizadas por difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier e os estudos eletroquímicos pela técnica de voltametria cíclica e cronoamperometria. Os resultados de caracterização física mostraram a formação de partículas com estrutura cristalina de níquel metálico e a investigação eletroquímica evidenciou a formação de diferentes espécies de níquel na região de potencial de oxidação a 0,45 V. Após os estudos iniciais, foi adicionado carbono ao níquel, este material foi aplicado para a reação de oxidação de metanol. Com estas avaliações será possível entender melhor o comportamento do níquel e de suas fases, e com a aplicação do níquel para a reação de oxidação de metanol que poderá ser considerado início de novos estudos como uma opção para reaproveitamento do níquel.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pilhas secundárias; hidróxido de níquel; estudo eletroquímico; pilhas de níquel.

**ABSTRACT**

Sustainable energy generation increases every year, and consequently, it becomes necessary to store this energy for later use. In this sense, secondary batteries that convert energies involved in chemical processes into electrical energy appear as a viable option for energy storage. Among the secondary batteries, Ni-Cd, Ni-Zn and Ni-MH batteries use nickel as a cathode material, and arouse great concern regarding the recovery of this metal. In this context, the present study aims at the electrochemical investigation of the formation of the various nickel phases present in these systems, that is,  $\alpha/\beta$  - nickel hydroxide, verifying its stability and efficiency, so that it is possible to reuse discarded batteries. For this study, nickel was prepared from the reduction of nickel chloride with sodium borohydride solution and commercial nickel powder was used for comparison with nickel taken from dead batteries that were discarded. The synthesized samples were characterized by X-ray diffraction, scanning electron microscopy, Fourier transform infrared spectroscopy and electrochemical studies by cyclic voltammetry and chronoamperometry. The physical characterization results showed the formation of particles with a nickel metallic crystal structure and the electrochemical investigation showed the formation of different nickel species in the oxidation potential region at 0.45 V. After initial studies, carbon was added to nickel, this material was applied to the methanol oxidation reaction. With these evaluations, it will be possible to better understand the behavior of nickel and its phases, and with the application of nickel to the methanol oxidation reaction, it can be considered the beginning of new studies as an option for nickel reuse.

**KEY WORDS:** Secondary batteries; nickel hydroxide; electrochemical study; nickel batteries.



## INTRODUÇÃO

A geração de energia sustentável aumenta a cada ano, e conseqüentemente, torna-se necessário o armazenamento dessa energia para ser utilizada posteriormente. Assim, é recomendado que este armazenamento seja em sistemas conversores de energia sustentáveis e econômicos. Um sistema de estoque de energia que ganha espaço são as baterias, por possuírem tamanhos, modelos e capacidades diferentes, porém ainda há muito que se avaliar nesta área, principalmente no que diz respeito aos impactos ambientais causados tanto nas etapas de produção quanto no descarte [1].

As baterias são dispositivos que convertem a energia química diretamente em energia elétrica. Elas podem ser classificadas em baterias primárias ou secundárias. As baterias secundárias, também conhecidas como baterias de estocagem, podem ser recarregadas diversas vezes, pois liberam uma corrente que é resultado de uma reação química reversível, portanto, quando esta corrente flui na direção oposta ao fluxo de descarga, os materiais contidos nesta bateria retornam próximo a sua carga original [2].

Os materiais utilizados nas baterias secundárias, como níquel, cádmio, zinco, chumbo e hidreto-metálico, são considerados metais pesados e podem ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Portanto, é necessário dar um destino correto a esses materiais, mas nem sempre é o que acontece [3].

Além da produção e comercialização que contabiliza bilhões por ano de pilhas e baterias secundárias [4], outro ponto que necessita ser levado em consideração é a importação ilegal de pilhas e baterias vindas do Paraguai. Como a cidade de Foz do Iguaçu-PR é uma cidade de tríplice fronteira, torna-se mais suscetível a importação e comercialização ilegal deste material. Segundo dados do balanço aduaneiro emitido e publicado pela Receita Federal, em 2019 houve um aumento de aproximadamente 150 % na apreensão de pilhas e baterias e de aproximadamente 66 % em eletroeletrônicos, em relação ao ano anterior, valor estimado de aproximadamente 20 milhões de reais [5].

Algumas cidades brasileiras já estão implementando programas de conscientização de coleta de pilhas e baterias, um exemplo é a prefeitura de Jundiái- SP, que desde 2020, instalou diversos ecopontos de coleta, e realiza periodicamente a conscientização da população sobre o descarte correto [7]. Na Figura 1, demonstra-se este trabalho de coleta da prefeitura de Jundiái-SP.



**Figura 1:** Coleta de pilhas e baterias na cidade de Jundiái-SP

As concessionárias de energia têm procurado métodos de armazenamento de energia que podem ajudar a atingir níveis maiores de segurança energética. A integração de diferentes fontes de geração de energia tendo como objetivo final o uso da energia elétrica, a geração próxima ao consumidor e o aumento da estabilidade, flexibilidade e confiabilidade da rede de energia abrem novas oportunidades de negócios entre as concessionárias e os consumidores [6].

Uma opção que é utilizada para o armazenamento de energia nas concessionárias é a bateria do tipo Ni-Cd, devido a sua robustez e tempo de vida útil. Como o cádmio é considerado um metal tóxico torna-se interessante que após o descarte da bateria para a utilização em altos níveis de confiabilidade, ela possa ser reutilizada para uma segunda linha de vida, isto é, pode ser utilizada para sistemas com menor porcentagem de confiabilidade e alta densidade energética, por exemplo, utilização em sistemas estacionários, deste modo, há uma diminuição de custos e menos impactos ao meio ambiente. A média de vida das baterias de Ni-Cd pode chegar a 30 anos.

Mesmo com estudos em andamento, a reutilização das baterias secundárias ainda ocorre de forma lenta. Muitas baterias que são descartadas não estão com a sua capacidade esgotada e podem ser reaproveitadas para ciclos e serviços de menor intensidade. Com esta possível recuperação e reutilização das baterias, pode-se haver uma significativa diminuição nos descartes incorretos e na poluição do meio ambiente por metais pesados que estão contidos nessas baterias.



## OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é estudar as pilhas e baterias secundárias para que se tenha uma segunda linha de vida e métodos de reaproveitamento, desta forma será possível diminuir a destinação incorreta destes materiais. Para que isso aconteça de forma mais favorável, primeiramente foi realizado estudos com três diferentes fontes de níquel, a fim de avaliar o seu comportamento eletroquímico.

## METODOLOGIA

Foram coletados diferentes materiais que contém níquel, para ser possível um estudo abrangente a respeito do seu comportamento eletroquímico. As três fontes de níquel foram: níquel comercial, níquel residual e o níquel preparado. O níquel residual foi coletado por meio da desmontagem de uma pilha de Ni-MH completamente descarregada. O níquel preparado foi obtido em laboratório por meio de precipitação química, utilizando os sais de  $\text{NiCl}_2$  e  $\text{NaBH}_4$ . O níquel comercial não passou por nenhum processo de tratamento antes das caracterizações. As amostras sintetizadas foram caracterizadas por difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier e os estudos eletroquímicos pela técnica de voltametria cíclica e cronoamperometria.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O principal objetivo foi entender qual o comportamento dos diferentes tipos de níquel e suas fases existentes nos processos eletroquímicos. Após estes estudos objetivou-se em avaliar métodos de reutilização das pilhas e baterias que contenham níquel, para que se tenha uma diminuição quanto a destinação incorreta destas pilhas. Os resultados de caracterização física mostraram a formação de partículas com estrutura cristalina de níquel metálico, com picos das fases de  $\alpha\text{-Ni(OH)}_2$  e  $\beta\text{-Ni(OH)}_2$  e a investigação eletroquímica evidenciou a formação de diferentes espécies de níquel na região de potencial de oxidação a 0,45 V vs. Ag/AgCl ( $\text{KCl } 3 \text{ mol L}^{-1}$ ). Após os estudos iniciais, o níquel foi adicionado ao suporte de carbono para a reação de oxidação de metanol.

## CONCLUSÕES

Todavia os estudos estão na fase inicial para o reaproveitamento do níquel recuperado, e já se entende que o níquel é um material promissor e de baixo custo para reutilização em reações laboratoriais e futuras aplicações para reações em células a combustível.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DEGHANI-SANIJ A. R., THARUMALINGMA E., DUSSEAULTA M.B., FRASER R. Study of energy storage systems and environmental challenges of batteries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S. l.], v. 104, n. Novembro 2018, p.192–208, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.023>.
2. TAKAYAMA, Tone Filho. Influência da Qualidade do Pó de Zinco na Geração de Hidrogênio em Pilhas Alcalinas. Dissertação de mestrado. UFMG-Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas. Abril, 2007.
3. TACK Filip M.G., RINKLEBE Jörg, Ok, YONG Sik Tsang, DANIEL C.W., International Conference on Heavy Metals in the Environment (ICHMET). *Chemosphere*, 2017.
4. STA, Sistemas e tecnologia aplicada. Vantagens e Limitações das Baterias de Níquel Cádmio – NiCd. Disponível em: <https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-recarregaveis/baterias-de-nicd/vantagens-e-limitacoes-das-baterias-de-niquel-cadmio-nicd>. Acesso em: 5 de abril de 2022.
5. RECEITA FEDERAL. Customs balance 2019 - Surveillance and Repression - January to December. 2020.
6. SERRA Eduardo T., ORLANDO Alcir de Faro, MOSSÉ Acher, MARTINS Nelson. Armazenamento de energia: Situação atual, perspectivas e recomendações. Comitê de energia da academia nacional de engenharia. 2016.
7. Prefeitura de Jundiá. Disponível em: <https://jundi.ai.sp.gov.br/noticias/2020/03/11/saiba-como-fazer-o-descarte-correto-de-pilhas-e-baterias-nos-ecopontos/>. Acesso em: 5 de abril de 2022.