

REAPROVEITAMENTO DE ZINCO DE SUCATA GALVANIZADA: VIABILIDADE TÉCNICA E SUSTENTABILIDADE INDUSTRIAL

MARTHA DA PAIXÃO MOREIRA¹

¹Graduanda em Engenharia Mecânica, UNEF, Feira de Santana-BA, martha.moreira0104@gmail.com;

RESUMO: O zinco é um dos metais mais utilizados pela indústria, principalmente no processo de galvanização de aços, garantindo resistência à corrosão em setores como a construção civil, automotivo e eletromecânico (Carvalho, 2019). Entretanto, o descarte inadequado de sucata galvanizada acarreta perdas econômicas e impactos ambientais significativos, incluindo contaminação de solos e águas (Lima, Solimani & Quintela, 2012). O presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica do reaproveitamento do zinco contido em sucata galvanizada, por meio de uma revisão de literatura técnica e científica. Foram analisados processos térmicos, hidrometalúrgicos e de evaporação a vácuo, comparando parâmetros de eficiência, custo e impacto ambiental com a produção primária. Os resultados demonstram que a reciclagem pode reduzir custos em até 50%, emissões de CO₂ em até 90% e consumo energético em cerca de 75% (Silva et al., 2021; IZA, 2022), evidenciando sua importância para a sustentabilidade industrial. Conclui-se que a adoção dessas técnicas contribui para a economia circular, gera insumos de alta pureza e minimiza os impactos ambientais associados à extração mineral.

Palavras-chave: Reciclagem de metais, galvanização, economia circular, sustentabilidade industrial.

ABSTRACT: Zinc is one of the most widely used metals in industry, mainly in the galvanization of steels, ensuring corrosion resistance in sectors such as civil construction, automotive, and electromechanical (Carvalho, 2019). However, the inadequate disposal of galvanized scrap causes significant economic losses and environmental impacts (Lima, Solimani & Quintela, 2012). This paper aims to evaluate the technical feasibility of reusing zinc from galvanized scrap, through a review of technical and scientific literature. Thermal, hydrometallurgical, and vacuum evaporation processes were analyzed, comparing efficiency, cost, and environmental impact with primary production. The results show that recycling can reduce costs by up to 50%, CO₂ emissions by up to 90%, and energy consumption by around 75% (Silva et al., 2021; IZA, 2022), highlighting its importance for industrial sustainability. It is concluded that the adoption of these techniques contributes to the circular economy, generates high-purity inputs, and minimizes the environmental impacts associated with mineral extraction.

Keywords: Metal recycling, galvanization, circular economy, industrial sustainability.

INTRODUÇÃO

O zinco ocupa posição de destaque entre os metais mais empregados pela indústria global. Estima-se que aproximadamente 60% de sua produção mundial seja destinada ao processo de galvanização, que consiste no revestimento de aços para aumentar sua resistência à corrosão (Carvalho, 2019). Esse processo é amplamente aplicado em segmentos estratégicos, como construção civil, automotivo, naval e eletromecânico.

Todavia, o ciclo de vida dos produtos galvanizados resulta na geração contínua de sucatas que, quando descartadas sem reaproveitamento, provocam desperdício de um recurso não renovável e impactos ambientais consideráveis, incluindo contaminação do solo e da água por resíduos metálicos (Lima, Solimani & Quintela, 2012).

A produção primária de zinco, baseada na extração de minerais como a esfalerita (ZnS), demanda elevado consumo energético e está associada à emissão de gases de efeito estufa e rejeitos

tóxicos (Silva et al., 2021). Nesse contexto, alternativas sustentáveis para o reaproveitamento do zinco tornam-se fundamentais para mitigar impactos e reduzir custos industriais.

Além disso, a recuperação do zinco de resíduos galvanizados é reconhecida como rota tecnológica viável para reduzir impactos ambientais e gerar insumos de alta pureza, sendo considerada estratégica para a economia circular (Zhao, Li & Wang, 2020; IZA, 2022).

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade técnica e ambiental do reaproveitamento de zinco proveniente de sucata galvanizada, destacando os principais métodos de recuperação, suas vantagens, limitações e aplicabilidade industrial.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, de caráter descritivo e com base em revisão bibliográfica de artigos científicos, trabalhos acadêmicos, relatórios técnicos e documentos institucionais (ABNT NBR 11174:2016; Ciclo Ligas, 2025). Foram analisadas publicações nacionais e internacionais que descrevem métodos de recuperação de zinco a partir de sucata galvanizada. Três rotas principais foram consideradas:

- Processos térmicos: realizados em fornos de 700–900 °C, permitindo a volatilização do zinco e posterior condensação (Carvalho, 2019).
- Hidrometalurgia (lixiviação + eletrodeposição): dissolução do revestimento em soluções ácidas ou básicas, seguida de eletrodeposição do zinco metálico (Silva et al., 2021; Zhao, Li & Wang, 2020).
- Evaporação a vácuo: processo em que o zinco é evaporado em baixa pressão, obtendo-se elevada pureza do produto final (Ciclo Ligas, 2025).

Os parâmetros avaliados incluíram: eficiência de recuperação (%), custo por tonelada (R\$/t) e emissão de dióxido de carbono (kg CO₂/t). Para efeito comparativo, considerou-se também a produção primária de zinco a partir do minério.



(Figura 1 – Sucata galvanizada. Fonte: Sucatas Cheuer, 2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados coletados mostrou que os métodos de reciclagem de zinco apresentam vantagens técnicas, econômicas e ambientais expressivas em relação à produção primária.

Tabela 1 – Comparativo entre produção primária e reciclagem de zinco

Comparativo entre produção primária e reciclagem de zinco			
Processo	Eficiência (%)	Custo (R\$/t)	Emissão CO ₂ (kg/t)
Produção primária (minério)	100	4.000	3.500
Reciclagem térmica	85-90	2.800	1.200
Lixiviação + eletrodeposição	90-92	2.500	900
Evaporação a vácuo	95	3.200	800

Fonte: adaptado de Carvalho (2019), Lima, Solimani & Quintela (2012), Ciclo Ligas (2025) e Silva et al. (2021).

A reciclagem térmica apresenta como principais vantagens a simplicidade operacional e a possibilidade de aplicação em larga escala. Contudo, seu consumo energético ainda é elevado, representando um desafio para indústrias que buscam neutralidade de carbono (Silva et al., 2021).

O método de lixiviação e eletrodeposição destaca-se pela elevada pureza do produto recuperado e pela flexibilidade de ajuste dos parâmetros de processo, mas requer cuidados no tratamento dos resíduos líquidos gerados (Zhao, Li & Wang, 2020). Já a evaporação a vácuo oferece o maior índice de pureza do zinco, sendo particularmente atrativa para setores que demandam insumos de alta qualidade, embora o custo inicial de implantação seja mais elevado (Ciclo Ligas, 2025).

De modo geral, os dados evidenciam que a reciclagem pode reduzir custos em até 50% e emissões de CO₂ em até 90%, possibilitando transformar resíduos em insumos e reforçando o conceito de economia circular (IZA, 2022).

Com base nos resultados da revisão técnica e nos dados comparativos, propõe-se a implantação de um sistema integrado de reaproveitamento de zinco em circuito fechado, acoplado às indústrias que geram sucata galvanizada, como siderúrgicas, montadoras automotivas e fabricantes de eletrodomésticos.

A rota recomendada para o reaproveitamento de zinco consiste na lixiviação com solventes verdes, como o ácido cítrico, associada à eletrodeposição, apresentando diversas vantagens. O uso do ácido cítrico substitui ácidos minerais agressivos, reduzindo o passivo ambiental e as emissões do processo (Zhao, Li & Wang, 2020). Além disso, os resíduos sólidos gerados podem ser coprocessados em cimenteiras, evitando o descarte em aterros e aproveitando energia residual.

Essa abordagem também fortalece a economia circular, permitindo que o zinco recuperado retorne diretamente ao processo de galvanização da própria indústria (Ciclo Ligas, 2025). Considerando que o Brasil gera aproximadamente 500 mil toneladas/ano de sucata galvanizada, caso 30% desse volume fosse reciclado por meio do processo híbrido, seria possível recuperar cerca de 120 mil toneladas de zinco por ano, reduzir aproximadamente 300 mil toneladas de CO₂ e gerar uma economia anual de R\$ 300 milhões em custos de importação e processamento do metal.

Tabela 2 – Impactos potenciais da proposta de reciclagem de zinco no Brasil

Impactos potenciais da proposta de reciclagem de zinco no Brasil			
Indicador	Produção Primária	Reciclagem Híbrida (Proposta)	Redução (%)
Consumo energético (GJ/t)	50	15	-1
Emissão de CO ₂ (kg/t)	3500	900	-0,74
Custo médio (R\$/t)	4000	2.500	-0,38

Estes dados demonstram que a reciclagem de sucata galvanizada reduz significativamente impactos ambientais e gera economia industrial, tornando-se vetor estratégico de competitividade e sustentabilidade (IZA, 2022; Ciclo Ligas, 2025).

CONCLUSÕES

O reaproveitamento de zinco de sucata galvanizada configura-se como uma alternativa tecnicamente viável e ambientalmente benéfica, oferecendo impactos positivos significativos para a indústria metalúrgica e eletromecânica. Entre seus principais benefícios, destacam-se a redução de custos industriais em até 38% por tonelada de zinco recuperado, a diminuição das emissões de CO₂ em até 74% no cenário proposto para o Brasil, e a produção de zinco reciclado de elevada pureza, adequado para diversos setores industriais.

Para potencializar esses resultados, recomenda-se o investimento em rotas híbridas utilizando solventes verdes, de modo a otimizar a eficiência e a sustentabilidade do processo, além da criação de políticas públicas que incentivem a economia circular, incluindo linhas de crédito e isenções fiscais para indústrias que adotarem práticas de reciclagem de zinco.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CONTECC pelas oportunidades proporcionadas, que permitem a realização de pesquisas relevantes para a sociedade

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 11174:2016 – **Resíduos sólidos** – Guia para recuperação de metais.
- CARVALHO, L. A. **Recuperação de zinco de sucatas de aço galvanizado**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.
- CICLO LIGAS. **Reciclagem de metais: uma solução sustentável para a economia e o meio ambiente**. Disponível em: <https://www.cicloligas.com.br/blog/>. Acesso em: 11 mai. 2025.
- INTERNATIONAL ZINC ASSOCIATION (IZA). **Zinc Sustainability Report 2022**. Bruxelas: IZA, 2022.
- LIMA, M. M. C.; SOLIMANI, L. C. S.; QUINTELA, M. A. **Remoção de zinco de sucata de aço galvanizado para viabilizar a reciclagem da lama fina de aciaria LD**. In: 43º Seminário de Aciaria – Internacional. Rio de Janeiro, 2012.
- SILVA, R. P. et al. **Hydrometallurgical recovery of zinc from galvanizing residues: process evaluation and environmental impacts**. Journal of Cleaner Production, v. 320, p. 128-140, 2021.
- SUCATAS CHEUER. **Imagem de sucata galvanizada**. Disponível em: <http://www.sucatascheuer.com.br/>. Acesso em: 18 ago. 2025.
- ZHAO, H.; LI, Y.; WANG, J. **Green leaching of zinc from galvanization residues using citric acid**. Hydrometallurgy, v. 195, p. 105-112, 2020.