

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO
TÉCNICO EM MECÂNICA**

Galvanoplastia

Cristian Theodoro Da Silva Santos

João Victor Dos Santos

Julia Guandalini

Leonardo Henrique Costa

SÃO CARLOS - SP

2026

Galvanoplastia

Trabalho de conclusão de Curso
apresentado como pré-requisito para
obtenção do Diploma de Técnico em
Mecânica.

SÃO CARLOS – SP

2026

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de máquina galvânica destinada ao tratamento superficial de metais por meio do processo de eletrodeposição. O projeto consiste em uma estrutura base equipada com sistema de alimentação elétrica e componentes responsáveis pela condução e controle do processo galvânico, permitindo a aplicação de revestimentos metálicos com maior resistência à corrosão e melhor acabamento superficial.

Os principais objetivos do projeto foram proporcionar facilidade de manutenção e modificação, simplicidade na montagem, praticidade na operação e oferecer uma solução funcional para pequenas aplicações industriais e educacionais. O sistema é composto por fonte de alimentação adequada ao processo, recipientes para banho eletrolítico, eletrodos, estrutura de sustentação e dispositivos de controle elétrico, garantindo eficiência e segurança durante a operação.

Como resultado, o equipamento desenvolvido busca integrar conhecimentos de mecânica e eletroquímica, apresentando-se como uma alternativa acessível para processos de galvanização em pequena escala.

PALAVRAS CHAVE: Galvanização; Máquina Galvânica; Eletrodeposição; Tratamento Superficial; Corrosão.

ABSTRACT

This work presents the development of a galvanic machine prototype intended for metal surface treatment through the electroplating process. The project consists of a structural base equipped with an electrical power supply system and components responsible for conducting and controlling the galvanic process, allowing the application of metallic coatings with greater corrosion resistance and improved surface finishing.

The main objectives of the project were to ensure ease of maintenance and modification, simplicity in assembly, operational practicality, and to provide a functional solution for small industrial and educational applications. The system is composed of an appropriate power supply unit, electrolyte bath containers, electrodes, support structure, and electrical control devices, ensuring efficiency and operational safety.

As a result, the developed equipment integrates mechanical and electrochemical knowledge, presenting itself as an accessible alternative for small-scale galvanizing processes.

KEYWORDS: Galvanizing; Galvanic Machine; Electroplating; Surface Treatment; Corrosion.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	8
3 JUSTIFICATIVA	9
4 OBJETIVOS	10
4.1 Geral	10
4.2 Específicos	10
5 METODOLOGIA.....	11
6 ABORDAGEM TEÓRICA	12
6.1 Fundamentos da Zincagem Eletrolítica	12
6.2 Imagem 1	12
6.3 Instalação	13
6.4 Benefícios do projeto.....	14
6.5 Tipo de galvonoplastia escolhida.....	15
6.6 Imagem 2	15
7 FORMÚLAS.....	16
7.1 Primeira Lei de Faraday da Eletrolíse	16
7.2 Aplicação da Primeira Lei de Faraday	17
7.3 Imagem 3	17
7.4 Cálculo da quantidade de zinco	19
8 MATERIAIS UTILIZADOS	20
8.1 Itens principais	20
8.1.1 Fonte de alimentação DC variavel, 0-30v, 0-10A	20
8.1.2 Barra de zinco (ânodo)	21
8.1.3 Peça metálica (catodo)	22
8.1.4 Cabos e Garras elétricas	23
8.1.5 Recipiente Plástico.....	24
8.1.6 Itens secundários	25
8.1.6.1 Lixas	26
8.1.7 Acetona.....	27
8.1.8 Sal.....	28
8.1.9 Água	29
9 Conclusão.....	37
10 REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Tínhamos como ideia inicial criar algum equipamento que utilizasse o conhecimento que adquirimos nas aulas de Automação Industrial, tendo em vista algo que fosse simples, eficaz e benéfico para empresas. Após algumas reuniões em equipe chegamos à conclusão de criar uma esteira que separasse materiais, porém o custo para seu desenvolvimento seria muito alto.

Com a análise de alguns projetos, foi feita a relação dos itens possuídos com os que eram necessários. Sendo a galvanoplastia o projeto no qual possuíamos a maioria das peças, acarretando em um baixo custo de fabricação do TCC e maior praticidade na montagem, nossa escolha se voltou para a área dos tratamentos superficiais metálicos, especialmente a galvanoplastia, quando percebemos que no ambiente escolar em que estávamos se formando havia sinais claros em alguns equipamentos enferrujados e desgastados, junto a isso foi decidido que iríamos tratar sobre o assunto de zincagem com intuito de dar uma simples demonstração do processo anticorrosivo em peças metálicas, reforçando sua importância na conservação e durabilidade dos materiais.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A pesquisa limita-se a aplicação de da zincagem eletrolítica como método de proteção anticorrosiva, fazendo uso de materiais de baixo custo e um sistema simplificado de galvanoplastia.

O projeto será destinado a estudantes, professores e a interessados no processo de galvanoplastia. A criação do protótipo necessitou de conhecimentos da área elétrica e mecânica para a montagem, elaboração e demonstração do sistema de zincagem eletrolítica.

3 JUSTIFICATIVA

O assunto sobre zincagem eletrolítica foi selecionado a partir de um momento presenciado no ambiente escolar no qual uma determinada parte de um equipamento apresentava clara fragilidade devido à corrosão. O projeto visa criar, demonstrar o processo de zincagem eletrolítica, assim reforçando a importância do devido cuidado a pequenas peças, partes de um equipamento. Além da proteção à corrosão, a zincagem também contribui para segurança estrutural de peças metálicas, reduzindo riscos de desgastes, fragilidades e falhas mecânicas.

4 OBJETIVOS

4.1 Geral

O objetivo do trabalho é demonstrar o processo de zincagem eletrolítica

4.2 Específicos

- Consiste na criação de um protótipo simples de zincagem eletrolítica para demonstração prática do processo de galvanoplastia.
- Evidenciar a importância da zincagem para a durabilidade e segurança de componentes metálicos.

5 METODOLOGIA

A metodologia aplicada nesse projeto para a criação da parte mecânica e elétrica foi baseada nas aulas e atividades desenvolvidas durante o curso de Mecânica junto com outras formações passadas dos integrantes do grupo. Para a parte teórica foram realizadas buscas na internet para adquirir informações sobre os materiais, dimensões dos componentes e parâmetros necessários para o funcionamento seguro e eficiente do processo de zincagem eletrolítica.

6 ABORDAGEM TEÓRICA

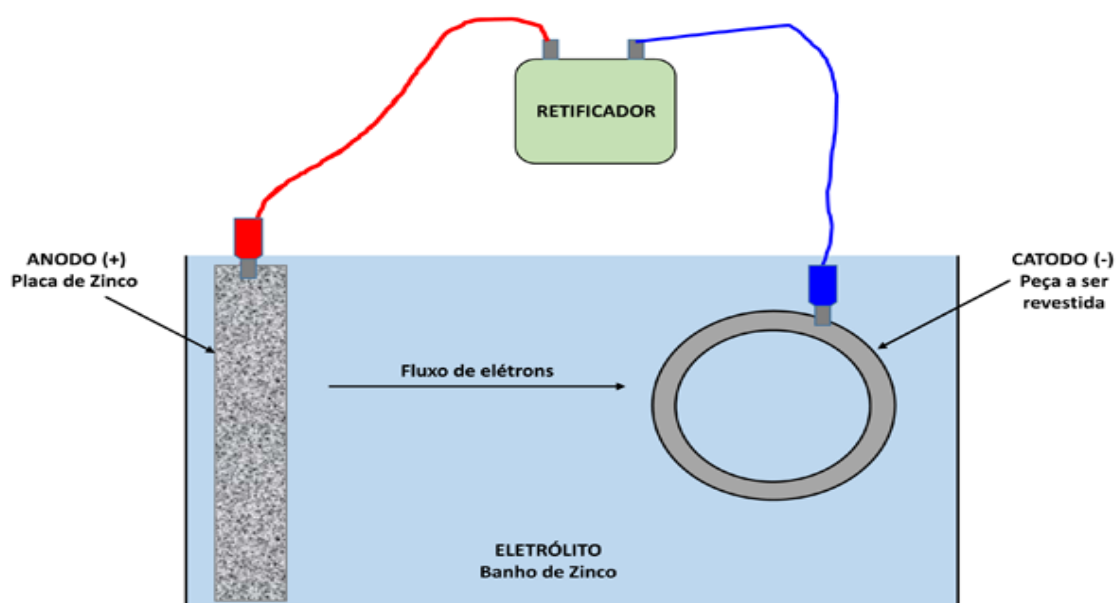
6.1 Fundamentos da Zincagem Eletrolítica.

Quando pensamos na proteção de superfícies metálicas contra a corrosão, um dos processos mais utilizados na indústria é a zincagem, tanto a zincagem a fogo, quanto também a zincagem eletrolítica. Um processo que consiste na deposição de uma camada fina de zinco sobre a superfície metálica por meio da eletrólise, formando uma barreira protetora que aumenta a resistência à corrosão.

A zincagem eletrolítica ocorre quando submetemos uma peça metálica em uma solução contendo íons de zinco, no qual a peça escolhida é conectada no polo positivo de uma fonte de corrente contínua, chamamos a peça a ser revestida de (cátodo), enquanto isso no lado oposto o negativo conectamos o zinco (ânodo). Ao ligar a fonte em uma corrente contínua, os íons de zinco presente na solução se deslocam e se fixam a superfície da peça, formando assim um revestimento uniforme.

Uma das principais vantagens desse processo é a facilidade de proporcionar um acabamento de boa qualidade, além de proteger o metal a ações do tempo, Por assim ser a zincagem eletolítica é amplamente usada em diversos setores da indústria, sendo eles automobilística, metalúrgica, de construção civil e na fabricação de componentes mecânicos em geral.

6.2 Imagem 1



6.3 Instalação

A implantação de um equipamento de zincagem eletrolítica exige o planejamento adequado dos materiais, equipamentos e condições seguras de operação. Inicialmente é preciso escolher recipientes apropriados para o preparo da solução do eletrólito, e para finalização do banho de zincagem, A fim de garantir segurança e eficiência durante o processo.

Também sendo fundamental a disponibilidade de uma fonte de corrente contínua que seja capaz de fornecer tensões e corrente necessárias para um bom acabamento uniforme da superfície metálica.

Por fim, mas não menos importante é a preparação da superfície da peça, que deve estar previamente limpa, antes do início de mergulho na solução, deve estar totalmente livre de quaisquer avarias tais como, óxidos, graxas e impurezas que possam vir a comprometer o acabamento da superfície. Por fim, todas as atividades devem ser realizadas seguindo as normas de segurança, utilizando equipamentos de proteção individual e adotando cuidados no manuseio de produtos químicos e equipamentos elétricos.

6.4 Benefícios do projeto

A instalação de uma estação de zincagem eletrolítica em pequena escala proporciona diversos benefícios práticos e educacionais.

- **Proteção contra corrosão:** A camada de zinco depositada à peça ajuda a prolongar a vida útil e aumenta a sua resistência.
- **Segurança:** Reduz o risco de quebras de peças frágeis que possam vir a formar pontas que possam cortar alguém desatento.
- **Aprendizado Prático:** O projeto permite a aplicação dos conhecimentos adquiridos durante o curso de Mecânica , integrando conceitos de eletricidade, química e processos industriais.
- **Conscientização sobre Conservação de Materiais:** O projeto evidencia a importância dos tratamentos superficiais na prevenção da corrosão, contribuindo para a redução de desperdícios e custos de manutenção.

6.5 Tipo de galvonoplastia escolhida

O processo de zincagem eletrolítica, escolhida por sua facilidade e baixo custo de implementação, consiste na deposição de uma camada de zinco às superfícies metálicas.

6.6 Imagem 2



Imagem ilustrativa do projeto.

7 FORMÚLAS

7.1 Primeira Lei de Faraday da Eletrólise.

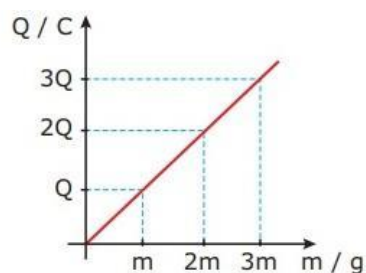
Primeira Lei de Faraday diz “A quantidade de matéria de uma espécie química produzida ou consumida num fenômeno de natureza eletroquímica é diretamente proporcional à quantidade de carga elétrica aplicada no processo”.

Isso significa que se a carga elétrica do sistema for dobrada, a massa da substância irá dobrar também. Por outro lado, se a carga elétrica do sistema for diminuída pela metade, a massa da substância produzida também será a metade, e assim por diante.

7.2 Aplicação da Primeira Lei de Faraday

Segundo um Blog no site “blogger.com” postado por edinaquimica

7.3 Imagem 3



Matematicamente, $m \propto Q$.

Para transformar a proporcionalidade em igualdade, deve-se acrescentar uma constante multiplicativa.

$$m = k_1 \cdot Q$$

Como

$$k_1 = \frac{m}{Q}$$

$\frac{m}{Q}$ é constante.

Logo, o estado inicial é igual ao estado final.

$$\frac{m_i}{Q_i} = \frac{m_f}{Q_f}$$

LEIS DE FARADAY

O estudo quantitativo das massas depositadas nos eletrodos ativos, das massas de substâncias formadas ou de substâncias decompostas em uma eletrólise ou em uma pilha é dado pelas leis de Faraday.

As Leis de Faraday são exclusivamente experimentais, as quais relacionam a quantidade de eletricidade que percorre o sistema com as massas e os volumes das substâncias obtidas nos eletrodos.

1ª Lei de Faraday

A massa de uma dada substância obtida nos eletrodos, em um processo eletroquímico, é diretamente proporcional à quantidade de carga que percorre o sistema.

Essa lei foi obtida, experimentalmente, fornecendo-se aos sistemas diversos valores de quantidade de carga elétrica e medindo-se as massas obtidas ou decompostas.

OBSERVAÇÃO

- A grandeza física quantitativa de carga elétrica (Q) pode ser expressa a partir da definição de intensidade de corrente elétrica (i).

Intensidade de corrente é a quantidade de carga que passa, em uma unidade de tempo, por uma secção transversal reta de um condutor.

$$i = \frac{Q}{t} \quad Q = i \cdot t$$

Unidades

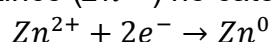
$i \Rightarrow$ ampère (A)

$Q \Rightarrow$ coulomb (C)

$t \Rightarrow$ segundos (s)

7.4 Cálculo da quantidade de zinco

O cálculo une a eletroquímica e a estequiometria. A semirreação de redução do íon zinco (Zn^{2+}) no cátodo é:



Isso quer dizer que 1 mol de zinco (65 g/mol) precisa ter 2 mols de elétrons para ser formado.

Seguiremos os seguintes passos para calcular :

1. Cálculo da carga elétrica(Q) :

A carga elétrica é calculada multiplicando a corrente pelo tempo em segundos $Q=i \times t$. Onde Q é o coulomb (c), i é a corrente em Ampéres(A) e t é tempo em segundos.

2. Carga total em mols de elétrons:

Sabendo que 1 mol de elétrons equivale aproximadamente 96.500C (constante de Faraday)

$$\text{Mols de elétrons} = Q/96500$$

3. Regra de Três (Estequiometria) :

2 mols de e^{-} produzem 1 mol de Zn (65g).

Seus mols de elétrons calculados no passo 2 produziram X gramas de Zinco

8 MATERIAIS UTILIZADOS

Para elaboração do projeto o grupo segregou os itens que seriam utilizados de maneira a diminuir o custo de montagem sem perder eficiência e segurança para o utilizador. Dividiremos em duas partes itens primários, serão estes os itens utilizados diretamente para o funcionamento da zincagem, e secundários, estes serão itens que apesar de importantes podem ser opcionais e de sua escolha para limpeza da peça a ser revestida.

8.1 Itens

8.1.1 Fonte de alimentação DC variável, 0-30V 0-10A

Essa fonte é responsável por fornecer a energia elétrica ao processo de zincagem eletrolítica. Ela gera uma diferença de potencial entre os eletrodos, fazendo assim a circulação da corrente elétrica.

8.1.1.1 Imagem 4



Imagem ilustrativa do projeto.

8.1.2 Barras de zinco (ânodo)

Será utilizadas 2 (duas) barras de zinco, que terão a função de atuar como ânodo do processo de zincagem, fornecendo íons de zinco para a solução por meio da oxidação do metal.

8.1.2.1 Imagem 5



8.1.3 Peça metálica (cátodo)

O catodo é o eletrodo conectado ao polo negativo, no caso a peça a ser revestida com a camada de zinco. Utilizaremos alguns parafusos de ferro para demonstração do processo.

8.1.3.1 Imagem 6



8.1.4 Cabos e garras elétricas

Cabos e garras elétricas. Com a função de realizar a conexão entre a fonte de alimentação, a barra de zinco (ânodo) e a peça metálica (catodo). Sua função é permitir a passagem da corrente elétrica necessária para o processo.

8.1.4.1 Imagem 7



8.1.5 Recipiente plástico

Recipientes plástico. Será onde realizaremos a solução para o revestimento das peças metálicas.

8.1.5.1 Imagem 8



Imagem ilustrativa do projeto

8.1.6 Itens secundários

8.1.6.1 lixa

O lixamento é uma etapa de preparação da peça antes da zincagem. Sua função é remover ferrugem, tinta, oxidação, sujeira e imperfeições da superfície metálica, garantindo uma melhor aderência da camada de zinco.

8.1.6.2 Imagem 9



Imagem ilustrativa do projeto.

8.1.7 Solução a base de acetona

A solução a base de acetona será utilizada na preparação da peça antes da zincagem para realizar o desengraxe, removendo óleos, graxas, gorduras.

8.1.7.1 Imagem 10



Imagem ilustrativa do projeto.

8.1.8 Sal (Cloreto de Sódio)

O sal de cozinha (NaCl) pode ser utilizado na preparação de soluções eletrolíticas simples para experimentos de eletrólise, pois aumenta a condutividade elétrica da água. No entanto, em processos de zincagem, ele geralmente é usado apenas como componente auxiliar e não como principal fonte de íons de zinco.

8.1.8.1 Imagem 11



Imagem ilustrativa do projeto.

8.1.9 Água

A água é o principal componente da solução eletrolítica utilizada na zincagem. Sua função é dissolver os sais e permitir a movimentação dos íons responsáveis pela condução da corrente elétrica e pela deposição do zinco na peça.

8.1.9.1 Imagem 12



Imagem ilustrativa do projeto.

9 Conclusão

O desenvolvimento deste trabalho proporcionou conhecimentos em diversos aspectos técnicos relacionados ao processo de galvanoplastia por zincagem, permitindo a aplicação prática dos conceitos estudados e a obtenção dos resultados esperados.

A realização do projeto possibilitou compreender o funcionamento do processo eletroquímico, a preparação adequada das peças, a importância dos materiais utilizados e os cuidados necessários para garantir um revestimento de qualidade. Além disso, foi possível observar os benefícios da zincagem na proteção contra corrosão e no aumento da vida útil de componentes metálicos.

O sistema desenvolvido demonstrou ser uma alternativa eficiente para fins didáticos e experimentais, permitindo a visualização dos princípios da eletrólise e da deposição de zinco sobre superfícies metálicas.

Portanto, o projeto atingiu seus objetivos ao apresentar uma solução funcional para a realização da zincagem, contribuindo para o aprendizado técnico e para a compreensão de um processo amplamente utilizado na indústria metalúrgica e de manufatura.

10 REFERÊNCIAS

6.2 Imagem 1:

<https://www.agoraelevadores.com/elevadorescadas>

6.6 Imagem 2:

Imagem retirada do projeto.

7.3 Imagem 3:

<https://arquitetura.vivadecora.com.br>

8.1.1.1 Imagem 4:

Imagem retirada do projeto.

8.1.2.1 Imagem 5:

[Imagem retirada do projeto](#)

8.1.3.1 Imagem 6:

[Imagem retirada do projeto](#)

8.1.4.1 Imagem 7:

Imagem retirada do projeto

8.1.5.1 Imagem 8:

Imagem retirada do projeto.

8.1.6.2 Imagem 9:

Imagem retirada do projeto.

8.1.7.1 Imagem 10:

Imagem retirada do projeto.

8.1.8.1 Imagem 11:

Imagem retirada do projeto.

8.1.9.1 Imagem 12:

<https://aguamineralhydrate.com.br/produto/galao-agua-mineral-20-litros/>