

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**Etec TRAJANO CAMARGO**  
**Curso Técnico em Química**

**Tratamento de efluentes gerados no processo galvânico**

**Cristina Reatto Zambuzzi**  
**Francielli Oliveira Kelli**  
**Ingrid Naiara Bonaldo**  
**Valclecio Aparecido de Ávila**

**Limeira – SP**  
**2025**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
ETEC TRAJANO CAMARGO**

**Curso Técnico em Química**

**Tratamento de efluentes gerados no processo galvânico**

Trabalho de Conclusão de Curso de Técnico em Química da Etec Trajano Camargo, orientado pelo Prof°. Reinaldo Blezer, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Química.

**Limeira – SP**

**2025**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de agradecer primeiramente à Deus pois sem ele, nada seria possível.

Agradecemos também nossas famílias pela compreensão, carinho e apoio que sempre nos é dado.

Aos nossos professores, pela amizade, paciência e ajuda em todos os momentos da nossa caminhada acadêmica, especialmente aos professores Reinaldo Blezer, Edivaldo Luis de Souza e Ricardo Francischetti Jacob pelas suas sugestões e orientações deste trabalho.

À todos os integrantes da ETEC Trajano Camargo, por nos oferecerem à oportunidade de aprendermos novas técnicas e nos aperfeiçoando nos proporcionando novas oportunidades em nosso futuro.

## RESUMO

A água é essencial para que haja vida em nosso planeta e é utilizada de muitas maneiras pelos seres humanos, inclusive na indústria. Limeira é conhecida como a capital da joia folheada e semijoia tendo um número significativo de galvanicas na cidade, a qual exige uma grande quantidade de água em seus processos, sendo assim, o objetivo é realizar um estudo a cerca de tratamento de água analisando a quantidade de lodo gerado utilizando-se dois tipos de elevadores de pH, o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) e hidróxido de sódio (NaOH) a 22% e comprovar sua eficácia medindo-se a condutividade elétrica. O percentual de água disponível para o consumo é menor que 1% por isso é necessário o consumo consciente e reuso. O processo galvânico também chamado de eletrodeposição, consiste na deposição de várias camadas finas de metal sobre uma superfície metálica ou plástica, utilizando-se de processos químicos e eletroquímicos, essas camadas evitam a corrosão, aumentam a espessura da peça, dureza, resistência ao desgaste e torna-a esteticamente mais atrativa. A galvanoplastia tem três processos básicos: pré-tratamento, tratamento e pós- tratamento e todos necessitam de água, essa água utilizada é chamada após o processo de efluente e este deve ser tratado para descarte ou reuso dentro da indústria. A resolução que comanda o tratamento de efluentes é a CONAMA, sendo o artigo 16 o que apresenta os parâmetros que o efluente deve atender após o tratamento. Para efetuar o tratamento do efluente, é necessário avaliar o processo produtivo, as matérias primas utilizadas e os pontos de consumo de água, sendo o maior prejuízo o ambiental, os metais e reativos químicos utilizados afetam o meio ambiente e causar problemas de saúde na população. Foram realizados testes com dois elevadores de pH o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) e hidróxido de sódio (NaOH) a 22% avaliando a quantidade de lodo gerado e testes a cerca da condutividade elétrica após o tratamento. A massa de lodo gerado pelo hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) foram 32,6g, 29,7g e 51,9 já pelo hidróxido de sódio (NaOH) foram 15g, 10,4g e 15,4g, isso ocorre pois o hidróxido de sódio (NaOH) atua somente na redução do pH. A condutividade elétrica, por sua vez, diminui drasticamente após o tratamento tanto com hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) como com hidróxido de sódio (NaOH). Assim, conclui-se que o hidróxido de sódio (NaOH) o mais eficiente pois gerou menor quantidade de lodo o que reduz os custos no tratamento de efluentes e que por meio do teste de condutividade fica evidente que o tratamento de efluente de galvânica foi eficiente e pode ser adotado pelas empresas.

**Palavras chaves:** água, tratamento de efluentes, galvânica.

## ABSTRACT

Water is essential for the existence of life on our planet and is used in various ways by humans, including in industrial applications. Limeira is known as the capital of plated and semi-jewelry, hosting a significant number of electroplating facilities in the city. These operations demand a large volume of water in their processes. Therefore, the objective of this study is to analyze water treatment by evaluating the amount of sludge generated using two types of pH adjusters: calcium hydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) and sodium hydroxide (NaOH) at 22%, and to verify their effectiveness through electrical conductivity measurements. Less than 1% of the Earth's water is available for human consumption, which underscores the need for conscious use and reuse. The electroplating process, also known as electrodeposition, consists of depositing several thin metal layers onto a metallic or plastic surface through chemical and electrochemical processes. These layers prevent corrosion, increase the part's thickness, hardness, and wear resistance, and enhance its aesthetic appeal. Electroplating involves three basic stages: pre-treatment, treatment, and post-treatment — all of which require water. After use, this water becomes an effluent, which must be treated either for discharge or reuse within industry. Effluent treatment is regulated by CONAMA, with Article 16 specifying the parameters that must be met after treatment. To carry out the treatment properly, it is necessary to evaluate the production process, the raw materials used, and the water consumption points. The greatest impact is environmental, as the metals and chemical reagents used can harm the environment and pose health risks to the population. Tests were conducted using two pH adjusters — calcium hydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) and sodium hydroxide (NaOH at 22%) — to assess the amount of sludge generated and to measure electrical conductivity after treatment. The mass of sludge produced using calcium hydroxide was 32.6 g, 29.7 g, and 51.9 g, while sodium hydroxide generated 15 g, 10.4 g, and 15.4 g. This difference occurs because sodium hydroxide acts solely on pH reduction. Electrical conductivity, in turn, decreased significantly after treatment with both reagents. It can be concluded that sodium hydroxide (NaOH) is more efficient, as it produced a smaller amount of sludge, thus reducing effluent treatment costs. Furthermore, the conductivity tests clearly demonstrate that the electroplating effluent treatment was effective and can be implemented by companies.

**Keywords:** water, effluent treatment, electroplating.

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. OBJETIVO .....	8
2.1 Objetivo geral.....	8
2.1 Objetivo específico.....	8
4. DESENVOLVIMENTO.....	14
4.1 Procedimento .....	14
4.2 Fluxograma .....	16
5. RESULTADOS.....	17
5.1 Massa de lodo gerada.....	17
5.2 Condutividade elétrica .....	18
6. CONCLUSÃO .....	21
7. REFERÊNCIAS.....	22

## 1. INTRODUÇÃO

A água é essencial para que haja vida em nosso planeta e é utilizada de muitas maneiras pelos seres humanos, seja uso doméstico, agronegócio ou indústria, no entanto, esse recurso tem se tornado cada vez mais escasso sendo necessário seu uso consciente e se possível sua reutilização. As indústrias utilizam um grande volume de água, recaindo sobre elas uma maior responsabilidade pelo uso da mesma, sendo assim, se munem de técnicas para diminuir o uso de água e para amenizar os impactos ambientais causados pela águas residuais também chamadas de efluentes (STHAL et.al., 2022).

A cidade de Limeira, localizada no interior do estado de São Paulo é nacionalmente conhecida como a capital da jóia folheada e semijóias, sendo assim, a quantidade de indústrias voltadas para esse ramo tem um número significativo principalmente indústrias de galvanoplastia.

A galvanoplastia também chamada de eletrodeposição, é o processo químico ou eletroquímico onde ocorre a deposição de várias camadas metálicas finas que reagem ao processo de eletrólise, ou seja, oxirredução. Esta prática protege peças metálicas da corrosão dando maior vida útil ao produto (PEREZ et.al., 2014).

Na galvanoplastia, a água é essencial para diversos processos, sendo a lavagem onde se é utilizada em maior volume, a lavagem diminui a quantidade de sais arrastados pelas peças de um banho para outro melhorando a eletrodeposição tão importante no processo de galvanização (PONTE, 2014).

Estes sais e outros compostos após a lavagem ficam na água, logo, não pode ser descartada automaticamente, é preciso um tratamento antes de ser devolvida a natureza. Nesta água pode haver a presença de substâncias como: ouro, prata, níquel, ródio, cobre, estanho, paládio cádmio, cianetos, ácidos, amônia, hidróxidos, peróxidos entre outros. Estes elementos em grandes concentrações podem ser prejudiciais a fauna, flora, solo e até habitantes da determinada região (PEREZ et.al., 2014).

Portanto, o objetivo deste trabalho é investigar as principais tecnologias de tratamento de águas residuais na galvanoplastia a cerca do tratamento de efluentes deste tipo de indústria.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Estudo de tratamento de água de efluentes de galvânica.

### **2.1 Objetivo específico**

Análise de quantidade de lodo utilizando-se dois tipos de elevadores de pH, o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) a 22% e realizar a medição da condutividade elétrica para comprovar a eficiência do tratamento.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nosso planeta tem 70% de sua superfície composta por água, destes 96,5% a 97% é considerada água salgada e apenas de 3,5% a 3% é a água doce que consumimos em nosso cotidiano. Desta pequena porção de água doce, 70% se encontra congelada em geleiras, calotas polares e icebergs. O percentual disponível para o consumo é menor que 1% (WHATELY e CAMPANILI, 2016).

Portanto, é estritamente necessário o uso consciente deste recurso, no caso das indústrias, é crucial técnicas que minimizem o volume de água utilizada em seus processos, o reaproveitamento quando possível e o correto descarte das águas residuais na rede de esgoto com seus devidos tratamentos. Nas indústrias de galvanoplastia não pode ser diferente, a cidade de Limeira, localizada no interior do estado de São Paulo, é conhecida nacionalmente como a capital da jóia folheada e semijóias, contando com mais de 100 empresas que atuam no ramo de banho de jóias, produção de produtos químicos utilizados, logística e análises de peças (ECONODATA, 2024).

O processo galvânico também chamado de eletrodeposição, consiste na deposição de várias camadas finas de metal sobre uma superfície metálica ou plástica, utilizando-se de processos químicos e eletroquímicos. Por meio da eletrólise (oxirredução) ocorre a deposição dessas camadas, este processo evita a corrosão, aumenta a espessura da peça, dureza, resistência ao desgaste e tornando-a esteticamente mais atrativa (ALVES, et.al, 2014).

A eletrodeposição de várias camadas finas de metais sobre uma superfície menos nobre, consiste em mergulhar as peças e uma solução condutora que contenha íons do metal desejado para deposição dissolvidos em água. A peça menos nobre é ligada ao polo negativo de uma fonte de corrente contínua e uma placa do metal mais nobre é ligada ao polo positivo, ao passar pela corrente elétrica, os íons metálicos se deslocam para a superfície da peça e se reduzem formando a camada (MUNDO JOIAS, 2023).

A galvanoplastia se baseia em três processos básicos, o pré tratamento onde as peças são preparadas mecanicamente para obterem uma superfície lisa e homogênea e quimicamente para remover gorduras, graxas, poeiras, óxidos e ferrugens; tratamento onde ocorre a deposição de camadas metálicas na superfície das peças por meio químicos e eletroquímicos e o pós-tratamento

onde ocorre o acabamento das peças por meio de lavagem com água quente ou fria, secagem em centrífuga, estufas ou jatos de ar, banho de óleo para embalagem e pintura ou envernizamento (ALVES, et.al, 2014).

A grande maioria dos processos de banho de joias necessitam de água para excução, essa água depois de utilizadas precisam ser tratadas para reuso ou descarte. O grande problema dessas águas é a quantidade de resíduos de metais que acabam ficando presente nelas impedindo seu descarte direto.

A água que é descartada pode ser chamada de água residual ou efluente. O efluente por definição é todo resíduo gerado através das atividades humanas e industriais. Se descartados sem tratamento prévio podem causar sérios danos ao meio ambiente e a saúde humana (TERA, 2021). Podem ser divididos em dois tipos:

- Efluente doméstico - aqueles provenientes de residências e empresas onde as fontes de poluição são: água de descarga, banho, água de lavagem de roupa e utensílios de cozinha, fossas sépticas, restos de alimentos, água contaminada com sabão e detergente, esgoto e caixas de gordura de casas;

- Efluente industrial - rejeitos produzidos durante os processos produtivos de bens e serviços e que não são mais aproveitados, dentre eles água de lavagem e desinfecção de equipamentos, compostos orgânicos e inorgânicos, água residuária, esgoto sanitário, água de resfriamento, lodo líquido, entre outros.

No Brasil, existem algumas leis e portarias que regem o descarte de águas residuais em indústrias, é o caso do CONAMA, em suas portarias há uma série de requisitos que devem ser cumpridos para que a água possa ser devolvida a natureza e gerar menores impactos a fauna, flora e a saúde humana.

Segundo BRASÍLIA AMBIENTAL (2020), existe uma Legislação Específica de Atividades Industriais disposta nos decretos, resoluções e leis do CONAMA:

- Decreto Distrital nº 18.328/1997 (Artigo 147 a 161) – Lançamentos de Efluentes Líquidos na Rede Coletora Pública de Esgoto Sanitário;

- Resolução CONAMA nº 357/2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;

• Resolução CONAMA nº 430/2011 – Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

A tabela a seguir contém uma adaptação do artigo 16 da Resolução CONAMA nº430/2011, nela contém os parâmetros e valores máximos permitidos para a lançamentos de efluentes, estão sendo apresentados somente os elementos que estão presentes no efluente tratado.

Parâmetros	Valores máximos
pH	5 a 9
Temperatura	>40°C
Materiais sedimentares	0
Sólidos suspensos	0
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Cianeto livre	0,2 mg/L CN
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20 mg/L N

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº430/2011 art.16

Em suma, cada empresa é responsável pelo tratamento de seus efluentes, podendo ser realizado pela própria empresa ou terceiros. No tratamento são utilizados produtos químicos para regular pH, reduzir metais pesados ou inibir qualquer substância que não esteja de acordo com os parâmetros previamente estabelecidos.

O processo de galvanoplastia é intensivo no uso de água, especialmente durante as etapas de lavagem entre os banhos eletrolíticos. Estudos indicam que o consumo específico de água por peça produzida varia de 0,1 a 0,2 litros por hora (REVISTA TAE, 2023).

O processo de galvanoplastia consome grandes volumes de água, especialmente nas etapas de lavagem entre os banhos eletrolíticos, podendo variar de 250 a 2.000 litros por hora, podendo ultrapassar 10.000 litros por hora em instalações de maior porte (REVISTA TAE, 2023).

Para efetuar o tratamento do efluente, é necessário avaliar o processo produtivo, as matérias primas utilizadas e os pontos de consumo de água, com

o objetivo de reduzir a geração de efluentes, implantar sistema de reuso de água e verificar a necessidade de segregação de efluentes para o tratamento (PONTE, 2014).

Alguns dos produtos químicos utilizados são: dimetil polissiloxano -POMS ( $C_2H_6Osi)_n$ , hidróxido de cálcio ( $Ca(OH)_2$ ) ou hidróxido de sódio (NaOH), carvão ativado, hipoclorito de sódio (NaClO), cloreto férrico ( $FeCl_3$ ), policloreto de alumínio  $[(Al_2(OH)_nCl_{n-6})_m]$  e poli(cloreto de dialildimetilamônio) ( $C_8H_{16}NCl)_n$ .

O dimetil polissiloxano -POMS ( $C_2H_6Osi)_n$  atua como antiespumante no tratamento de efluentes ajudando a prevenir a formação de espuma proveniente de gases da eletrólise, aditivos como surfactentes, contaminações por graxa, óleos e detergente e agitação excessiva do processo. O hidróxido de cálcio ( $Ca(OH)_2$ ) e hidróxido de sódio (NaOH) fazem com que o pH do resíduo eleve-se por volta de pH 12. O carvão ativado irá funcionar como clarificador e removerá possíveis odores e matérias orgânicas. O hipoclorito de sódio (NaClO) por sua vez irá oxidar os cianetos presentes no efluente (BARROS et. al., 2013).

O cloreto férrico ( $FeCl_3$ ) é um composto químico inorgânico amplamente utilizado como coagulante no tratamento de água, sua capacidade de reagir com a alcalinidade da água forma hidróxido de ferro (III), que adsorve impurezas e promove a floculação. O policloreto de alumínio  $[(Al_2(OH)_nCl_{n-6})_m]$  por sua vez é um coagulante inorgânico pré-polimerizado amplamente utilizado no tratamento de efluentes industriais, tem a capacidade de neutralizar cargas negativas de partículas suspensas na água, promovendo a formação de flocos maiores e mais densos (BARROS et. al., 2013).

Por fim, o polímero catiônico poli(cloreto de dialildimetilamônio) ( $C_8H_{16}NCl)_n$  apresenta uma classe de macromoléculas com cargas positivas, sendo assim, tem a capacidade de interagir com partículas de cargas negativas como no caso de tratamento de efluentes, essa interação permite a aglomeração de partículas suspensas na água (BARROS et. al., 2013).

O efluente também será submetido ao teste de condutividade, antes e depois do tratamento. A condutividade elétrica da água está diretamente relacionada à presença de íons dissolvidos, sendo um parâmetro essencial para avaliar a pureza da água e a eficiência dos processos de tratamento (HYPÓLITO

et al. 2009).

A condutividade elétrica é uma propriedade expressa pela quantidade de eletrecidade transferida através de uma água unitária, num gradiente de potencial definido, num intervalo de tempo definido, é um fenômeno acumulativo, sendo resultado da somatória das condutividades dos diferentes íons presentes (CISAM Meio Oeste, 2016).

O maior prejuízo gerado pelo não tratamento de efluentes é de âmbito ambiental, os metais e reativos químicos utilizados na indústria galvânica causam impactos na natureza a utilização destes componentes produz resíduos químicos que afetam o meio ambiente e também causar problemas de saúde na população. Alguns desses efeitos podem ser observados rapidamente, outros levam algum tempo para se manifestarem (STHAL et.al., 2022).

## 4. DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Procedimento

Durante os tratamentos realizados em laboratório foram realizados dois testes, um a cerca de quantidade de lodo gerada no tratamento utilizando dois tipos de elevadores de pH, o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) a 22%. E outro envolvendo a condutividade da água antes e depois do tratamento, tendo como tese que a condutividade fosse menor após ao tratamento devido a redução de metais presentes no efluente a e assim comprovar a eficácia do tratamento.

Em laboratório, iremos reproduzir o tratamento de água realizada pela empresa Zetti Galvânica, a água residual que será tratada e a maioria dos produtos químicos utilizados no tratamento foram fornecidos pela própria galvânica.

O procedimento será, para cada 1 litro de efluente e sob homogeneização constante, foi adicionado 20ml de antiespumante dimetil polissiloxano -POMS ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{Osi}$ )<sub>n</sub>, logo após, foi feita a adição de elevadores de pH sendo 4g de hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ou 150ml de solução de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) a 22%, e realizada a primeira medição de pH utilizando a fita de pH da marca MQuant®, se o pH medido for 12, seguir o procedimento, se não, adicionar novamente o elevador de pH.

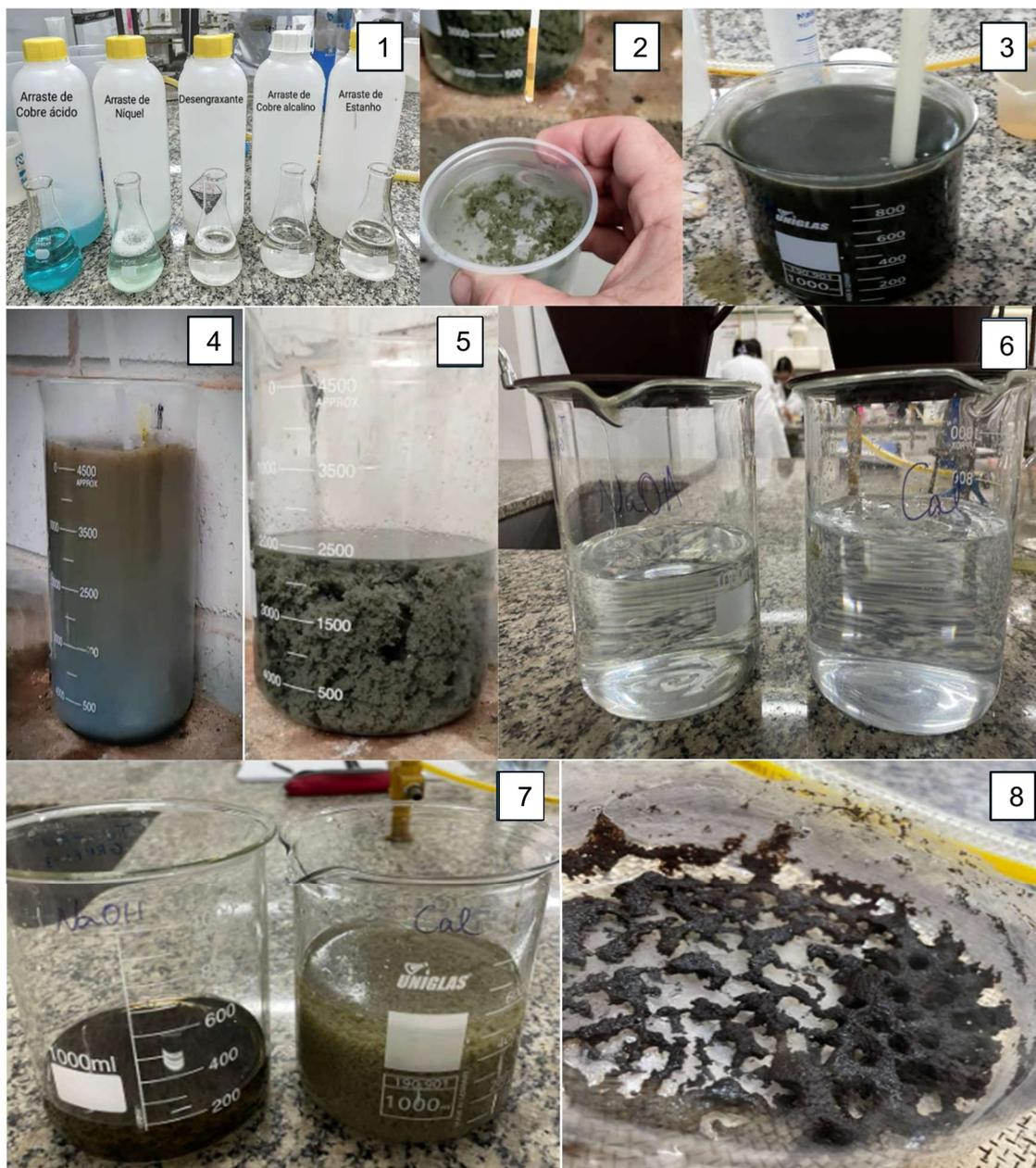
Após ajustado o pH para 12, ainda sob homogeneização constante, foi adicionado 1g de carvão ativado, 2,5ml de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ), 2,5ml de cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), 1,4ml de policloreto de alumínio ( $[(\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{n-6})]_m$ ), e por fim, 1g do polímero catiônico poli(cloreto de dialildimetilamônio) ( $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{NCl}$ )<sub>n</sub> já sendo possível notar o lodo se formando, deixar descansar por um minuto e voltar a homogeneizar.

Após a agitação o lodo se deposita no fundo do béquer, por filtração, o lodo é separado da água, o pH é medido novamente, devendo atender a faixa de 5 a 9 para ser descartada, quando se apresentou mais básica, utilizou-se ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) até atender a legislação e ser possível o descarte, a condutividade foi medida usando-se o condutivímetro Mca-150P e descartada.

Quanto ao lodo, após a filtração, foi submetido a secagem sendo submetido a aquecimento com o bico de bunsen. Após toda água aderida ao

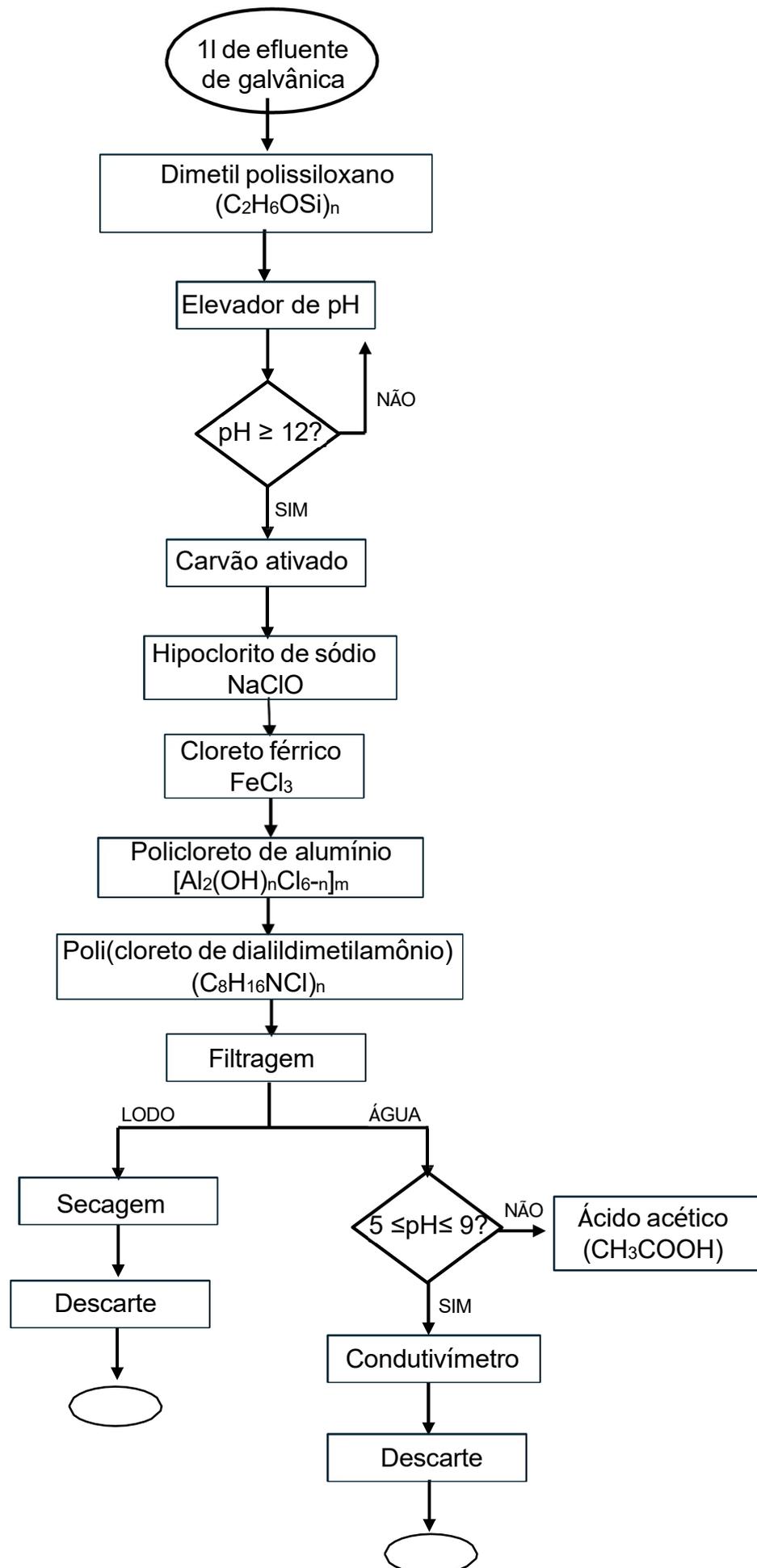
lodo ter evaporado o béquer foi pesado tanto vazio como com lodo seco, sendo assim, com a diferença de massas, foi possível encontrar o peso do lodo gerado em cada tratamento, assim que pesado, foi armazenado para descarte correto realizado pela empresa colaboradora.

Imagem 1- Registros do processo



Fonte: Autores. Legenda: 1- Constituintes do efluente tratado; 2- Medição do pH com fita de pH; 3- Homogeneização constante; 4- Adição de produtos químicos; 5- Formação do lodo; 6- Água tratada e filtrada; 7- Lodo após filtração e 8- Lodo após a secagem.

## 4.2 Fluxograma



## 5. RESULTADOS

### 5.1 Massa de lodo gerada

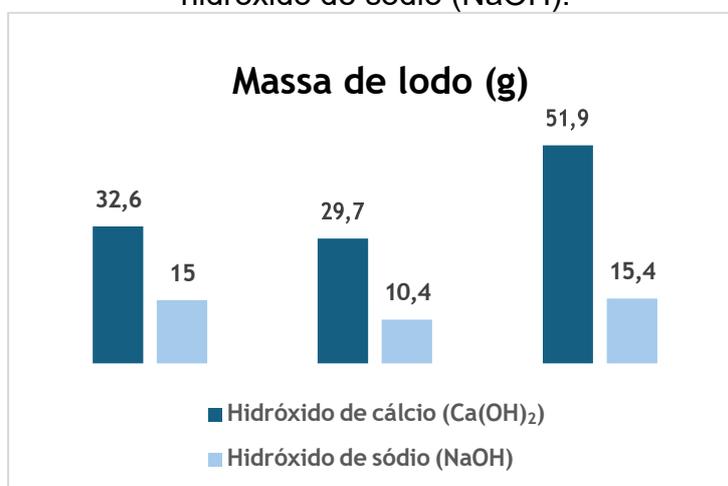
Foram realizadas 3 repetições de tratamento de efluentes com os elevadores de pH hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ). Nota-se que o efluente tratado com hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) geram uma massa menor de lodo, como exposto na tabela 2, os valores em gramas são 15g, 10,4g e 15,4g. Já o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), gerou valores de massa de lodo maior sendo 32,6g, 29,7g e 51,9g.

Tabela 2- Secagem de lodo

Elevadores de pH	Secagem de lodo					
	Hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ )			Hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ )		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Repetições						
Peso béquer (g)	283,6	302,1	304,2	303,4	303,5	302
Peso béquer+lodo (g)	316,2	331,8	356,1	318,4	313,9	317,4
Peso lodo (g)	32,6	29,7	51,9	15	10,4	15,4
pH inicial d'água	12	12	12	12	13	12
pH final d'água	8	7	7	7	6	8

Para melhor visualização gráfica da diferença de lodo gerado nos tratamentos com hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), segue o gráfico 1.

Gráfico 1- Massa de lodo (g)- diferença entre hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ).



Isso ocorre porque o hidróxido de sódio (NaOH) atua apenas na correção do pH, sem gerar precipitados sólidos. Já a hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), ao aumentar o pH, reage com íons presentes na água, formando compostos como o carbonato de cálcio, que são insolúveis e se acumulam como lodo sendo esses compostos insolúveis (ÁGUA E EFLUENTES, 2025).

## 5.2 Condutividade elétrica

A mensuração da condutividade foi uma forma que encontramos de certificar-nos de que o tratamento do efluente era eficiente, partindo do princípio de que a condutividade está ligada aos íons dissolvidos e é um parâmetro essencial para a avaliar a eficiência do tratamento (HYPÓLITO et al. 2009).

Nota-se, como mostra a tabela e os gráficos a seguir que após o tratamento de água, tanto com hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) como com hidróxido de sódio (NaOH) a condutividade caiu drasticamente, provando a eficiência do tratamento realizado em laboratório sendo possível afirmar que os metais presentes na água foram reduzidos.

A unidade utilizada na medição de condutividade elétrica foi  $\mu\text{s/cm}$  (microsiemens por centímetro), que é uma unidade muito pequena de condutividade elétrica de soluções (HYPÓLITO et al. 2009).

Tabela 3- Medições de condutividade elétrica ( $\mu\text{s/cm}$ )

Condutividade elétrica			
		Condutividade ( $\mu\text{s/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
Efluente sem tratamento	1 <sup>a</sup>	1615	26,1
	2 <sup>a</sup>	1749	26,4
	3 <sup>a</sup>	1726	26,6
Hidróxido de sódio (NaOH)	1 <sup>a</sup>	7,45	26,4
	2 <sup>a</sup>	8,13	26,1
	3 <sup>a</sup>	8,42	26,3
Hidróxido de cálcio (Ca(OH) <sub>2</sub> )	1 <sup>a</sup>	6,87	26,2
	2 <sup>a</sup>	6,88	26,4
	3 <sup>a</sup>	6,57	26,1

Gráfico 2- 1ª leitura de condutividade ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )- diferença antes e depois do tratamento

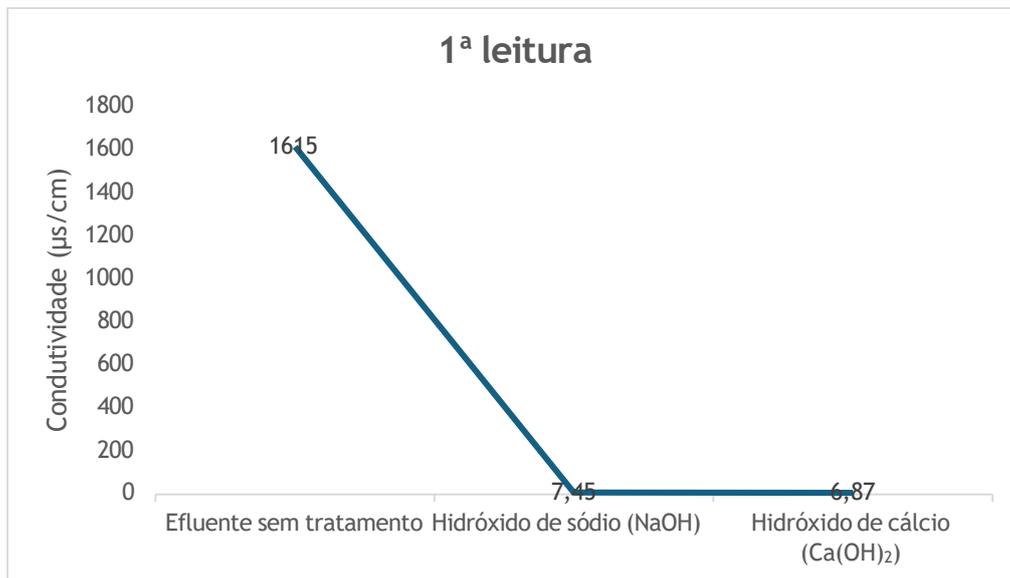


Gráfico 3- 2ª leitura de condutividade ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )- diferença antes e depois do tratamento

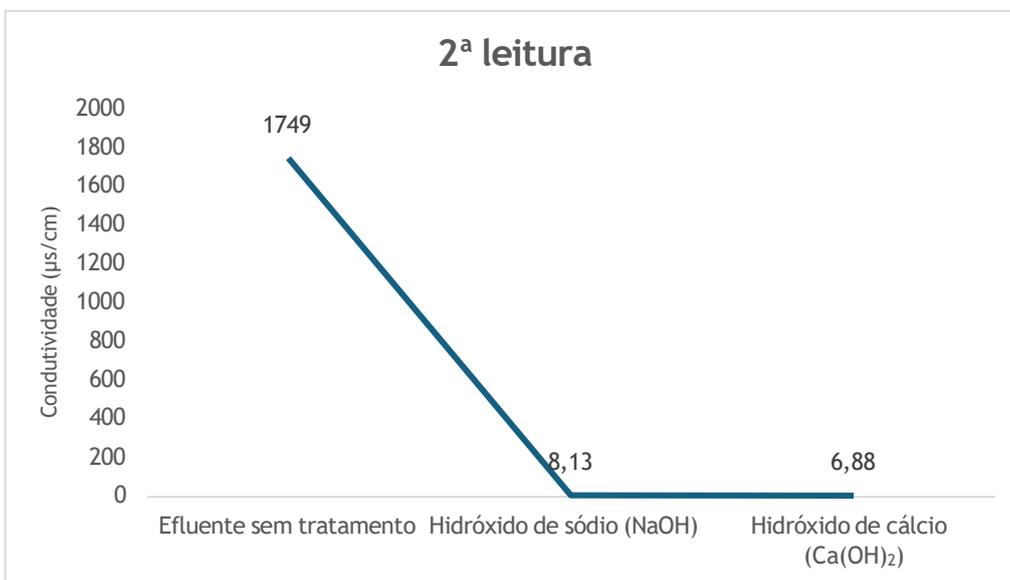
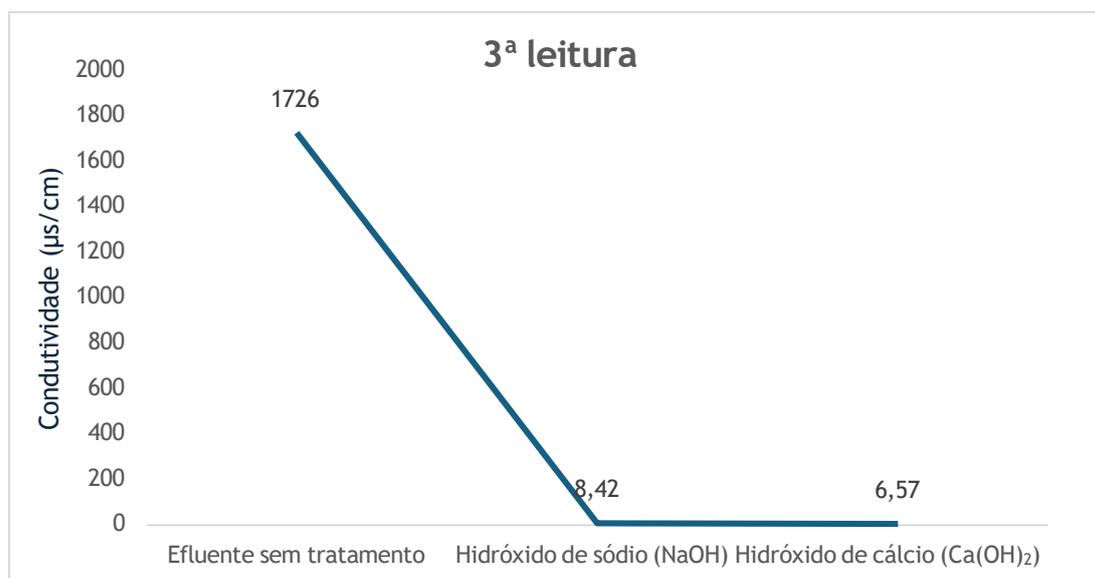


Gráfico 4- 3ª leitura de condutividade ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )- diferença antes e depois do tratamento



Sendo assim, a água que agora está pronta para ser descartada atendendo os requisitos de redução de metais, faixa de pH, faixa de temperatura, ausência de materiais sedimentares e materiais suspensos.

## **6. CONCLUSÃO**

Podemos concluir que houve sim diferença na quantidade de lodo gerada quando usamos os diferentes tipos de elevadores de pH hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), sendo o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) o mais eficiente gerando menor quantidade de lodo e conseqüentemente reduzindo custos no tratamento final do lodo.

E que por meio do teste de condutividade fica evidente que o tratamento de efluente de galvânica foi eficiente e tem potencial para ser adotado nas indústrias.

## 7. REFERÊNCIAS

ÁGUA E EFLUENTES. **Alcalinizantes no Tratamento de Água e Efluentes**, 2025, disponível em: < <https://www.aguaeefluentes.com.br/post/alcalinizantes-no-tratamento-de-%C3%A1gua-e-efluentes>>, acesso em: 3 jun. 2025.

ALVES, L.C., SEO, E.S.M. **Caracterização do resíduo sólido proveniente do processo galvânico para valoração econômica ambiental**, 2014, disponível em: < <https://www.scielo.br/j/esa/a/dpQ9w3CWjTsfqdXmdTCRSgx/?format=pdf&lang=pt> >, acesso em: 13 abr.2025.

Barros, M.A.; Silva, C.R. Tratamento de efluentes da galvanoplastia: precipitação química e recuperação de metais. 2021. Revista de Engenharia Ambiental. Acesso em: 25 set. 2024.

BRASILIA AMBIENTAL - Legislação específica de atividades industriais. 2020. Disponível em: < [Legislação Específica de Atividades Industriais – Brasília Ambiental](#)>. Acesso em: 16 abr. 2025.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2011. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/legislacao/resolucao-no-430-de-13-de-maio-de-2011/>>. Acesso em 16 abr. 2025.

CONSELHO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO MEIO OESTE (CISAM Meio Oeste). **Resolução CISAM Meio Oeste nº 28/2016**. Disponível em: <https://diariomunicipal.sc.gov.br/atos/1108290>. Acesso em: 30 maio 2025.

ECONODATA, **100 Maiores empresas de galvanoplastia em Limeira, SP**, 2024, disponível em: <<https://www.econodata.com.br/maiores-empresas/sp-limeira/busca-galvanoplastia>>. Acesso em: 07 abr. 2025.

HYPÓLITO, R. et al. **Análise de Água Purificada: parâmetro condutividade**. Microambiental. Disponível em: <https://microambiental.com.br/analises-de-agua/agua-purificada/analise-de-agua-purificada-o-que-fazer-se-o-parametro-condutividade-apresentar-resultado-insatisfatorio/>. Acesso em: 30 maio 2025.

MUNDO JOIAS. **O que significa ser folheado a ouro?**, 2023, Blog Mundo Joias, [s.d.]. Disponível em: < <https://blog.mundojoias.com.br/o-que-significa-ser-folheado-a-ouro/>>. Acesso em: 13 abr. 2025.

PEREZ, I.C.; CORRÊA, R.G.; PIRES, J.L. Galvanoplastia: orientações para o controle ambiental. 2ª ed. Rio de Janeiro: Inea, 2014.

PONTE, H. A. **Tratamento de efluentes líquidos de galvanoplastia**. 2014. 85f. Departamento de engenharia química da Universidade Federal do Paraná. 2014. Disponível em: <[file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/DOC-20220226\\_WA0001..pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/DOC-20220226_WA0001..pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2025.

REVISTA TAE. **Tratamento de efluente líquido de galvanoplastia**, 2023, disponível em: < <https://www.revistatae.com.br/Artigo/477/tratamento-de-efluente-liquido-de-galvanoplastia>>. Acesso em: 29 maio 2025.

ROMMANEL. **Entenda como são feitas as joias folheadas a Ouro 18k**. Gshow, 2016. Disponível em: < <https://gshow.globo.com/programas/encontro-com-fatima-bernardes/ep/rommanel-transforma/noticia/2016/04/entenda-como-sao-feitas-joias-folheadas-ouro-18k.html>>. Acesso em: 13 abr. 2025.

SESI - Manual de Segurança e Saúde no Trabalho. São Paulo, 2007. Disponível em: < <https://www.sesisp.org.br/para-industria/sst>. >. Acesso em: 16 abr. 2025.

STHAL, A.R.G.; ZONOTEL, D.C.L.; ALMEIDA, R.C.; ALMEIDA, R.C. **Tratamento de efluente proveniente do processo galvânico**, Limeira-SP,2022, Centro Paula Souza, ETEC Trajano Camargo. Acesso em: 10 out. 2024.

WHATELY, M.; CAPELLI, M. O século da escassez - Uma nova cultura de cuidado com a água: impasses e desafios. 1ª ed. – São Paulo. Claro Enigma, 2016.