

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**“GALVANIZAÇÃO COMO TEMA MOTIVADOR NA  
DISCIPLINA DE QUÍMICA TECNOLÓGICA EM UM CURSO  
DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO”**

José Michel Monassa

**Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
MESTRE PROFISSIONAL EM  
QUÍMICA, área de concentração:  
ENSINO DE QUÍMICA.**

Orientadora: Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques

**São Carlos – SP**

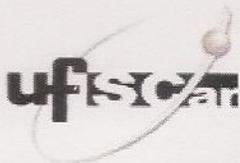
**2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M736g Monassa, José Michel  
Galvanização como tema motivador na disciplina de  
química tecnológica em um curso de engenharia de  
produção / José Michel Monassa. -- São Carlos :  
UFSCar, 2016.  
115 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de  
São Carlos, 2015.

1. Tratamento de superfícies metálicas. 2.  
Galvanização a quente. 3. Galvanização por  
eletrodeposição. 4. Fosfatização. I. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Química

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato José Michel Monassa, realizada em 18/05/2015:

---

Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques  
USP

---

Profa. Dra. Raquel Cristina Ferraroni Sanches  
UNIVEM

---

Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques  
UFSCar

Dedico este trabalho para minha  
esposa pelo seu amor e carinho em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e coragem para lutar por meus objetivos.

A minha orientadora Profa. Dr<sup>a</sup> Rosebelly, por toda orientação, dedicação, paciência, incentivo e confiança em minha pesquisa.

A minha Pró-Reitora Dr<sup>a</sup> Raquel Cristina Ferraroni Sanches pela a permissão desta pesquisa no UNIVEM, disponibilizando todos os recursos desta IES.

A minha coordenadora do curso de engenharia de Produção, Prof<sup>a</sup> Ms. Vânia Érica Herrera pelo seu incentivo e apoio na realização de meu mestrado.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Clelia pelo apoio e contribuições em minha pesquisa.

A Professora Dr<sup>a</sup> Carolina por suas sugestões em minha dissertação.

A Roberta, que várias vezes me socorreu em todos os momentos em que precisei. Ao meu amigo Professor Danilo que me ajudou no preenchimento da Plataforma Brasil.

A todos os amigos e professores que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

A minha esposa Clarissa, por sempre acreditar em mim, me incentivar e me apoiar em todos os momentos.

Aos meus pais e familiares que sempre acreditaram e torceram por mim desde o início.

Aos meus alunos, os quais espero que tenham um futuro brilhante.

Enfim, a todos que torcem e acreditam no meu trabalho.

Ensinar não é transferir conhecimento,  
mas criar as possibilidades para a sua  
própria produção ou a sua construção.

*Paulo Freire*

## LISTA DE ABREVIATURAS

|            |  |
|------------|--|
| CEMAEE     | Centro-Escola Municipal de Atendimento Educacional Especializado   |
| COBENGE    | Conselho Brasileiro de Educação em Engenharia                      |
| CNE/CES    | Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior          |
| CONSU-CEPE | Conselho Universitário - Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão   |
| CRECIN     | Centro de Referência em Ensino de Ciências da Natureza             |
| DCN        | Diretrizes Curriculares Nacionais                                  |
| EAD        | Ensino a Distância   |
| EMEF       | Escolas Municipais de Ensino Fundamental                           |
| EMEFI      | Escolas Municipais de Ensino Fundamental e Educação Infantil       |
| ENADE      | Exame Nacional de Desempenho de Estudantes                         |
| EP         | Engenharia de Produção   |
| ERP        | Enterprise Resource  |
| ETEC       | Escola Técnica Estadual  |
| GEPEQ      | Grupo de pesquisa em Ensino de Química                             |
| IBGE       | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                    |
| ICZ        | Instituto de Metais Não Ferrosos                                   |
| ISO 9001   | Organização Internacional para Normalização de Gestão da qualidade |
| SAP        | Sistemas de Aplicações e Produtos em Processamento de Dados        |
| SENAI      | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial                        |
| SENAC      | Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial                         |
| SBRT       | Serviços Brasileiro de Respostas Técnicas                          |
| UEL        | Universidade Estadual de Londrina                                  |
| UFSCar     | Universidade Federal de São Carlos                                 |
| UNIVEM     | Centro Universitário Eurípides de Marília                          |
| USP        | Universidade de São Paulo  |
| SESI       | Serviço Social da Indústria  |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 3.1 – Matriz curricular 2008.....                                | 12  |
| TABELA 3.2 – Matriz curricular 2011.....                                | 14  |
| TABELA 3.3 – Matriz curricular 2012.....                                | 16  |
| TABELA 6.1 – Norma ISO 1461.....  | 44  |
| TABELA 9.1– Resposta 1 do questionário prévio .....                     | 92  |
| TABELA 9.2 – Resposta da questão 2 do questionário prévio. ....         | 94  |
| TABELA 9.3 – Resposta da questão 3 do questionário prévio.....          | 94  |
| TABELA 9.4 – Resposta da questão 4 do questionário prévio.....          | 95  |
| TABELA 9.5 – Resposta da questão 5 do questionário prévio.....          | 96  |
| TABELA 9.6 – Resposta da questão 6 do questionário prévio.....          | 96  |
| TABELA 9.7 – Resposta da questão 1 do questionário pós-atividade.....   | 98  |
| TABELA 9.8 – Resposta da questão 2 do questionário pós-atividade.....   | 98  |
| TABELA 9.9 – Resposta da questão 3 do questionário pós- atividade.....  | 99  |
| TABELA 9.10 – Resposta da questão 4 do questionário pós- atividade..... | 99  |
| TABELA 9.11 – Resposta da questão 5 do questionário pós- atividade..... | 100 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 5.1 – As três dimensões da competência.....  | 28 |
| FIGURA 5.2 – A Árvore das competências.....   | 28 |
| FIGURA 6.1 – Seção esquemática de um revestimento galvanizado típico, mostrando as camadas de intermetálicos.....                               | 35 |
| FIGURA 6.2 – Microestrutura de um típico revestimento galvanizado a fogo.....   | 35 |
| FIGURA 6.3 – Os revestimentos orgânicos – as tintas apresentam de modo geral menor espessura nos cantos-vivos, devido à tensão superficial..... | 37 |
| FIGURA 6.4 – Exemplos de componentes estruturais que apresentam dificuldade de acesso à limpeza mecânica.....                                   | 38 |
| FIGURA 6.5 – Imersão da peça em solução ácida.....  | 40 |
| FIGURA 6.6 – Imersão da peça em solução ácida.....  | 40 |
| FIGURA 6.7 – Processo seco.....   | 41 |
| FIGURA 6.8 – Processo úmido da galvanização a quente.....   | 42 |
| FIGURA 6.9 – Camadas de intermetálicos.....   | 43 |
| FIGURA 6.10 – Microestrutura de camada espessa, obtida por jateamento abrasivo do aço anterior a galvanização.....                              | 44 |
| FIGURA 6.11 – Diferentes acabamentos possíveis na zincagem eletrolítica.....  | 47 |
| FIGURA 6.12 – Exemplo de banho eletrolítico manual e respectivo produto final.....  | 50 |
| FIGURA 6.13 – Tanque de lavagens das peças.....   | 51 |
| FIGURA 6.14 – Esquema de um processo contínua de eletro galvanização.....   | 53 |
| FIGURA 6.15 – Revestimentos de cristais ao substrato de aço.....  | 59 |
| FIGURA 7.1 – Imagem aérea da empresa Máquinas Agrícolas Jacto S/A.....  | 60 |
| FIGURA 7.2 – Produtos da Jacto Divisão Agrícola.....  | 63 |
| FIGURA 7.3 – Imagem aérea da Empresa Sasazaki.....  | 64 |
| FIGURA 7.4 – Folhas de aço que receberam tratamento nanocerâmico.....   | 67 |
| FIGURA 7.5 – Vista frontal da Empresa Binofort Metalúrgica Ltda.....  | 68 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 7.6 – Estruturas de aço fosfatizado utilizados em telhados.....       | 69 |
| FIGURA 9.1 – Bandeira e Brasão da cidade de Marília.....                     | 75 |
| FIGURA 9.2 – Pilha de Daniell.....   | 81 |
| FIGURA 9.3 – Célula Eletrolítica.....  | 84 |
| FIGURA 9.4 – Eletrólise Aquosa.....  | 85 |
| FIGURA 9.5 – Previsão de espontaneidade em sofrer eletrólise aquosa.....     | 87 |
| FIGURA 9.6 – Arranjo para limpeza eletrolítica de superfícies metálicas..... | 89 |
| FIGURA 9.7 – Aparelhagem para eletrólise da Água.....                        | 90 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 5.1 – Conhecimentos básicos e específicos do Engenheiro de Produção.....       | 30 |
| QUADRO 5.2 – Competências e Habilidades requeridas para o Engenheiro de Produção..... | 31 |
| QUADRO 6.1 – Potenciais de oxidação.....  | 46 |
| QUADRO 6.2 – Principais componentes dos revestimentos por fosfatização.....           | 58 |

## RESUMO

GALVANIZAÇÃO COMO TEMA MOTIVADOR NA DISCIPLINA DE QUÍMICA TECNOLÓGICA EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Da necessidade observada em visitas técnicas a empresas de Marília e região, em contratar um profissional que apresentasse conhecimentos prévios de galvanização e suas aplicações, foi proposta uma reformulação na ementa da disciplina de Química Tecnológica do curso de Engenharia de Produção. Esta pesquisa foi aplicada aos alunos do 2ºano/4ªetapa do curso de Engenharia de Produção da Instituição de Ensino Superior objeto de estudo. A sequência da pesquisa envolveu: a) utilizar a galvanização como tema gerador para motivar a aprendizagem dos alunos; b) levantar o conhecimento prévio dos alunos no tema galvanização; c) por meio de visitas técnicas a empresas de Marília e região aproximar o mercado de trabalho e a universidade; d) propor novos conteúdos para a ementa da disciplina de Química Tecnológica. A pesquisa foi de natureza exploratória e a metodologia teve a abordagem qualitativa para auxiliar na coleta e análise dos dados. Os instrumentos de coleta de dados foram questionários sobre os conhecimentos prévios e pós-atividades. A aplicação dos questionários teve duas fases, uma diagnóstica e outra para avaliação. Na fase diagnóstica, os alunos responderam um questionário sobre conhecimentos prévios de Eletroquímica e suas aplicações e em seguida após o desenvolvimento dos novos conteúdos foi aplicado um questionário pós-atividades. Pela análise das categorias das respostas, foi possível observar a construção do conhecimento trabalhado na aprendizagem do ensino de química. Durante as visitas técnicas foram observado os processos de galvanização por via eletrolítica e por fosfatização. O processo de galvanização por fosfatização é o mais utilizado nas indústrias de Marília e região.

## ABSTRACT

GALVANIZATION IS CONSIDERED THE MOTIVATING THEME IN THE DISCIPLINE OF TECHNOLOGICAL CHEMISTRY WITHIN THE FIELD OF PRODUCTION ENGINEERING. In technical visits to companies in Marilia and the region, the needs observed; on hiring a professional that would present previous knowledge of galvanization and its applications, it was proposed a reformulation of the menu of the Technological Chemistry discipline in the course of production engineering. This research was applied to the students of 2<sup>nd</sup> year/4<sup>th</sup> stage on studying Production Engineering at the Higher Education Institution. The research process involved: a) Utilizing galvanization as the main theme to motivate the learning process of the students; b) Increasing students' prior knowledge of the galvanization theme; c) Bringing the labor market and the University together through technical visits to the companies of Marilia and the region; d) Proposing additional content to the menu of the Technical Engineering discipline. The exploratory research took a qualitative approach to assist in the collection and analysis of data. Data collection instruments were questionnaires that inquired on prior knowledge and then post-activities. The questionnaires consisted of two phases, one diagnostic and another one for evaluation. In the diagnostic phase, the students answered questions about previous knowledge of Electrochemistry and its applications. The second part of survey was administered after the instruction of new content. Based on the analysis of the answer categories and the correction of assessment tools applied to students, it was possible to observe the improvement in the learning process of the chemistry teaching. During the technical visits were observed the electroplating process for electrowinning and phosphating. The process of galvanizing phosphating is the most widely used in the industries of Marilia and region.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1.1-Relato Pessoal .....   | 1  |
| 1.2-Definição do problema de pesquisa .....  | 4  |
| 2.1-Da Missão da Instituição e sua proposta Pedagógica para o curso de Engenharia de Produção..... | 7  |
| 2.1.1- Princípios .....  | 9  |
| 2.1.2 - Valores .....  | 10 |
| 2.1.3 - Finalidades .....  | 11 |
| 3.1- Matriz curricular 2008 - Regime anual.....  | 12 |
| 3.2- Matriz Curricular de 2011-Regime Anual.....   | 14 |
| 3.3- Matriz Curricular 2012-Regime Semestral.....  | 16 |
| 4.1- A Disciplina Química Geral e Tecnológica (120 horas) .....                                    | 21 |
| 4.1.1- Objetivos da disciplina .....   | 21 |
| 4.1.2- Conteúdos Programáticos .....   | 22 |
| 4.2- A Disciplina Laboratório de Química (40 horas) .....  | 23 |
| 4.2.1- Objetivos da disciplina .....   | 23 |
| 4.2.2 - Conteúdos Programáticos .....  | 23 |
| 4.3 - Química Geral e Experimental .....   | 24 |
| 4.3.1- Química Geral (Carga horária 60 horas): .....   | 24 |
| 4.3.2 - Química Experimental (Carga horária 20 horas): .....                                       | 25 |
| 4.4 - Química Tecnológica e Experimental .....   | 25 |
| 4.4.1 - Química Tecnológica (Carga horária 60 horas): .....  | 26 |
| 4.4.2- Química Tecnológica Experimental (Carga horária 20 horas):.....                             | 26 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1- Das Competências e Habilidades para o Campo da Engenharia de Produção nas DCNs.....          | 27 |
| 5.2- Conhecimentos básicos e específicos para o Engenheiro de Produção propostos pela DCNs.....   | 29 |
| 5.3 - Competências e habilidades requeridas para o Engenheiro de Produção...                      | 30 |
| Fonte: Adaptado de CUNHA (2014) .....   | 31 |
| 6.1- Na Disciplina Química Tecnológica como ferramenta de aprendizagem no Ensino de Química ..... | 31 |
| 6.2- Conceituação e tipologia do Processo de Galvanização.....                                    | 32 |
| 6.2.1- Galvanização a quente .....  | 34 |
| 6.2.2 - Vantagens da galvanização a quente .....  | 36 |
| 6.2.3 - Limitações da galvanização a quente .....   | 38 |
| 6.2.4 - Preparação das peças galvanizadas a quente .....  | 39 |
| 6.2.5 - Explicação Físico-químico-metalúrgica da galvanização a quente.....                       | 42 |
| 6.3 - Galvanização eletrolítica ou galvanização por imersão a frio .....                          | 45 |
| 6.3.1 - Vantagens da galvanização a frio .....  | 47 |
| 6.3.2- Limitações da galvanização a frio .....  | 49 |
| 6.3.3 - Preparo das peças galvanizadas a frio .....   | 50 |
| 6.3.4 - Explicação físico-químico-metalúrgica da galvanização a frio .....                        | 53 |
| 6.4 - Galvanização por fosfatização .....   | 54 |
| 6.4.1-Vantagens da fosfatização .....   | 55 |
| 6.4.2-Limitações da fosfatização .....  | 55 |
| 6.4.3 - Preparo das peças fosfatizadas .....  | 56 |
| 6.4.4 - Explicação físico-químico-metalúrgica da fosfatização.....                                | 57 |
| 7.1- Máquinas Agrícolas Jacto S/A.....  | 60 |

|   |    |
|---|----|
| 7.2 - Sasazaki.....   | 64 |
| 7.3 - Binofort Portas e Janelas.....  | 68 |
| 8.1 - Abordagem Qualitativa.....  | 70 |
| 8.2 - Concepção e organização do percurso metodológico.....   | 72 |
| 8.3 - Instrumentos de coleta de dados .....   | 73 |
| 8.4 Análise dos dados.....  | 74 |
| 9.1 - Caracterização do Município de Marília/SP e região .....                                      | 74 |
| 9.1.1 - Localização .....   | 75 |
| 9.1.2 - Economia .....  | 75 |
| 9.1.3 - Educação.....   | 76 |
| 9.2 - Local da pesquisa.....  | 77 |
| 9.3 - Caracterização dos sujeitos da pesquisa .....   | 77 |
| 9.4 - Escolha do conteúdo específico de Química .....   | 77 |
| 9.5 - Caminho percorrido para melhoria do ensino de Química no curso de Engenharia de Produção..... | 78 |
| 9.6 - Experimentos Laboratoriais.....   | 79 |
| 9.6.1- Células Eletroquímicas: Construção e funcionamento da Pilha de Daniell .....                 | 80 |
| 9.6.2 - Eletrólise Aquosa Qualitativa do Iodeto de Potássio .....                                   | 83 |
| 9.6.3 - Eletrólise aquosa do Sulfato de Cobre II e laminação de cobre em uma moeda de aço.....      | 86 |
| 9.6.4 - Eletrólise da Água.....   | 89 |
| 9.7- Apresentação e análise diagnóstica das categorias.....   | 92 |
| 9.8 - Contexto da pesquisa .....  | 97 |

## **1-Das origens ao problema de pesquisa**

A fim de ilustrar como a ideia para o tema de pesquisa surgiu, cumpre fazer um brevíssimo recorrido em minha vida acadêmica, destacando os fatos que contribuíram para o que se pretende realizar nesta pesquisa em nível de mestrado.

Em 1988 conclui o meu ensino médio, no Colégio Estadual Nhonhô Braga de Piraju, cidade interior do estado de São Paulo e decidi fazer no ano seguinte um curso preparatório para o vestibular na cidade de Bauru.

Em julho de 1990, prestei o vestibular para Química, na Universidade Estadual de Londrina (UEL), onde consegui ser aprovado, ingressando em agosto de 1990 como estudante do curso de bacharelado e licenciatura em Química. Logo pude ver a defasagem de conteúdo que o ensino médio me proporcionou. Para que se tenha uma ideia da falta do conteúdo, quando estudei a Química Orgânica no ensino médio, foi abordado apenas as principais funções orgânicas e suas nomenclaturas, quando seriam necessárias ao menos as noções de isomerias e das principais reações orgânicas, como nitração, sulfonação, alquilação, saponificação e polimerização dos principais plásticos utilizados no cotidiano.

No referente à disciplina de Físico-Química, foi ministrado apenas conceitos de soluções, cálculos de suas concentrações e titulação ácido-base. Fui conhecer os outros conteúdos da Físico-química, como equilíbrio químico, propriedades coligativas, radioatividade e eletroquímica, apenas quando fiz um ano de curso preparatório para o vestibular.

### **1.1-Relato Pessoal**

Em 1993 quando cursava a disciplina de Físico-Química III em minha graduação na Universidade Estadual de Londrina (UEL), conheci os

conteúdos de Eletroquímica e suas aplicações, que me despertaram o interesse em trabalhar, futuramente com esse assunto.

Essa disciplina foi ministrada com uma parte experimental chamada Físico-Química Experimental II, onde foram elaboradas experiências com montagens de pilhas, eletrólises aquosas e laminações metálicas por eletrodeposição.

Assim meu primeiro contato com o tema galvanização foi através das visitas técnicas a indústrias e a empresas que trabalhavam ou necessitavam de materiais provenientes do processo de galvanoplastia.

Lembro-me que a importância da galvanização também foi abordada em outra disciplina de nossa ementa na Universidade, a Química Tecnológica I. Os conteúdos ministrado sobre a obtenção do ferro e a fabricação dos diversos tipos de aços, como o aço galvanizado e o aço inox me encantavam, bem como a suas aplicações na construção civil e industrial.

Em dezembro de 1995 obtive o grau de Bacharel e Licenciado em Química e comecei a lecionar tanto a parte teórica como a parte experimental para o ensino médio. Após seis anos de magistério, tive a oportunidade de voltar para a UEL e fazer uma Especialização em Ensino de Química para professores do Ensino Médio, que me capacitou em expor com maior facilidade os conteúdos de Química com uma abordagem do cotidiano, enfatizando a sua parte experimental e funcional.

Em dezembro 2008 fiz o processo seletivo em uma instituição particular de Educação Superior em Marília/SP, para o cargo de Professor de Química, para o curso de Engenharia de Produção e em fevereiro de 2009 fui contratado como Professor Especialista I para ministrar as disciplinas de Química Geral e Tecnológica e Laboratório de Química. Dois meses após o início das aulas fui convidado pela coordenação do curso para assumir a Responsabilidade Técnica do Laboratório de Química.

Nessa minha nova etapa acadêmica, com disciplinas a ministrar para o Ensino Superior e com a tarefa de ser o responsável técnico do laboratório, senti a necessidade de continuar meus estudos fazendo um mestrado. Essa necessidade foi estimulada no ano seguinte, quando ao procurar mais aulas no ensino superior, compreendi a importância de se ter um mestrado.

Em minha concepção de pós-graduação, achava que para fazer um mestrado acadêmico precisaria de três a quatro dias por semana de investimento. Isso se confirmava toda vez que eu tentava achar um mestrado em química. Acreditava, também, que deveria estar na faculdade, perto dos laboratórios, fazendo experimentos e coletando dados.

No mestrado em química na UFSCar encontrei a oportunidade que a tanto procurava: um Mestrado em Ensino de Química, presencial, uma vez por semana.

Então dei o passo seguinte, entrei em contato com o DQ de Química da UFSCar para conhecer um pouco mais sobre o Mestrado Profissional em Ensino de Química e como, ainda, não conhecia nenhum professor(a) do Mestrado para conseguir a carta de apresentação para o processo seletivo, fui orientado pelo DQ para ingressar no Programa de Pós-Graduação como aluno especial. Em fevereiro de 2011 fiz minha matrícula e comecei com muita gratidão e entusiasmo a trilhar meu novo caminho acadêmico.

Na primeira semana dos créditos presenciais, tive o privilégio de conhecer a Professora Rosebelly Nunes Marques que juntamente com as Professoras Clelia Marques e Vânia Zuin, ministrou a disciplina Fundamentos Metodológicos da Educação em Química. Fiquei impressionado pela sua abordagem e experiência em educação e desejei naquele instante que tivesse a chance de tê-la como minha orientadora.

No final dos créditos presenciais do Mestrado Profissional em Ensino de Química a Professora Rosebelly me presenteou com seu aceite em ser minha orientadora.

## 1.2-Definição do problema de pesquisa

Como os procedimentos didático-pedagógicos ministrados em sala de aula, na disciplina de Química Tecnológica, relativos ao processo de galvanização, podem contribuir na capacitação do futuro profissional de Engenharia de Produção do Curso oferecido pela Instituição de Ensino objeto de estudo?

Pensando da premissa de que o aluno que frequenta o ensino superior necessita conhecer a aplicação e as rotinas utilizadas no mercado de trabalho<sup>1</sup> é necessário desenvolver pesquisas em diferentes áreas da Química, entre elas:

1. Utilizar a galvanização como tema gerador para motivar a aprendizagem dos alunos;
2. Levantar o conhecimento prévio dos alunos no tema galvanização;
3. Através de visitas técnicas a empresas de Marília e região aproximar o mercado de trabalho e a universidade;
4. Propor novos conteúdos para a ementa da disciplina de Química Tecnológica.

Na ementa do 2º ano/4ª etapa do Curso de Engenharia de Produção da IES é oferecida a disciplina de Química Tecnológica onde se pretende aliar a visão geral da disciplina com atividades relacionadas ao cotidiano do futuro Engenheiro de Produção que irá atuar na cidade de Marília-SP e região.

Para tanto, faz-se necessário a caracterização do perfil do alunado do 2º ano do Curso de Engenharia de Produção da citada instituição, no ano de 2014, para que se possa propor e aplicar técnicas de ensino e aprendizagem

---

<sup>1</sup> PEREIRA, D. A importância das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem na graduação, direcionado para ciências biológicas. XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de pós-graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em: [www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/.../EPG01545\\_01\\_O.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/.../EPG01545_01_O.pdf). Acesso em: 20/12/2011

específicas para esse público, a fim de colher os resultados oriundos dessa experimentação, via indução<sup>2</sup>

Diante dessa perspectiva, pretende-se utilizar como critérios para a avaliação da pesquisa qualitativa proposta, os abaixo elencados:

- a) Adequação Ontológica<sup>3</sup>: caracterização do perfil dos alunos, seus conhecimentos prévios acerca dos conteúdos de química envolvidos no processo de galvanização, as dificuldades trazidas do ensino médio para o conteúdo de química e áreas correlatas, as áreas de interesse dos mesmos e as atividades profissionais em que estão envolvidos e que possuam aderência aos conteúdos do tema-motivador;
- b) Validade Contingente<sup>4</sup>: diante do perfil do alunado, adequar possibilidades concretas de ensino e aprendizado dos conteúdos propostos no tema-motivador, mediante os recursos didático-pedagógicos disponíveis na IES;
- c) Percepção Múltipla dos Participantes<sup>5</sup>: realização de coleta de informações, diretamente com os alunos objeto da pesquisa qualitativa, a fim de obter respostas no tocante à recepção e fixação dos conhecimentos transmitidos durante as aulas ministradas dentro do tema-motivador;

---

<sup>2</sup> De acordo com BARROS; LEHFELD: “Indução é um processo mental, por intermédio do qual, partindo de dados particulares suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal não contida nas partes examinadas.” BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. Fundamentos de Metodologia Científica. 3ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

<sup>3</sup> Adequação ontológica: “A realidade é subjetiva, múltipla e complexa. A realidade reflete a perspectiva dos participantes da investigação”. SUSMAN, G. I.; EVERED, R. D. An assessment of the scientific merits of action research. *Administrative Science Quarterly*, v. 23, p. 582-603, 1978. <http://dx.doi.org/10.2307/2392581>

<sup>4</sup> Validade contingente: “Trata-se da contextualização do processo. Nela, o pesquisador demonstra que o processo de pesquisa foi planejado visando chegar a uma contribuição científica e não como uma simples aplicação de determinada tecnologia para solução de problemas, como acontece no caso de projetos de consultoria”. MELLO, C. H. P; TURRIONI, J.B; XAVIER, A.F; CAMPOS, D.F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Produção*, v.22, n.1,p.1-13, jan./fev. 2012.

<sup>5</sup> Percepção múltipla dos participantes: “Demonstra como a pesquisa revela o mundo real, embora de uma forma que seja apenas imperfeita e probabilisticamente compreensível. O foco está na sensibilização dos valores da pesquisa”. THOMPSON, F.; PERRY, C. Generalizing results of an action research project in one work place to other situations: principals and practice. *European Journal of Marketing*, v. 38, n. 3-4, p. 401-417, 2004. <http://dx.doi.org/10.1108/03090560410518611>.

d) Fidedignidade Metodológica<sup>6</sup>: avaliação docente, se o pesquisador se ateve aos procedimentos e técnicas pedagógicas propostas para o desenvolvimento da pesquisa qualitativa e se os acadêmicos responderam aos mesmos.

Muitos alunos do curso de Engenharia de Produção da instituição pesquisada, trabalham em fundições, fábricas e empresas que usam processos de galvanização em seus produtos.

Esses alunos trazem para sala de aula, perguntas referentes aos problemas encontrados nos processos utilizados no nível operacional de fábrica. Para exemplificar são citadas algumas de suas perguntas:

- Como é possível fazer uma laminação em uma peça que será usada em uma máquina agrícola que resista mais tempo a corrosão?
- Como pode ser feito o reuso das águas residuais em um processo de galvanização?
- Quais os melhores metais utilizadas para o processo de galvanoplastia?
- Como deve ser feito o descarte dos resíduos sólidos provenientes do processo de galvanoplastia?

Segundo MORAES<sup>7</sup> a educação é, hoje, uma prioridade revisada no mundo inteiro, sendo evidente que o conhecimento, a capacidade de processar e selecionar informações, a rápida adaptação a situações novas e a melhoria contínua do trabalho em equipe são imprescindíveis para o desenvolvimento das organizações, que devido a fatores como qualidade e produtividade, vem exigindo cada vez mais conhecimentos do profissional. Dessa feita demonstra que o Ensino de Química assume destaque à medida que

---

<sup>6</sup> Fidedignidade metodológica: “Estabelecimento de um relatório que possa ser validado”. HEALY, M.; PERRY, C. Comprehensive criteria to judge validity and reliability of qualitative research within the realism paradigm. *Qualitative Market Research: an International Journal*, v. 3, n. 3, p. 118-126, 2000. <http://dx.doi.org/10.1108/13522750010333861>.

<sup>7</sup> MORAES, Maria Candido, “O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais”, In: I. von Linsingen et al, “Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da organização tecnológica”. Florianópolis, Editora da UFSC: 1999, pp. 53-66.

contribui na capacitação do futuro engenheiro em dirimir problemas que vão além de falhas no processo de produção, maximizando sua atividade, inclusive atingindo questões referentes ao caráter ambiental. Diante do exposto esta pesquisa tem por objetivo geral uma mudança na ementa da disciplina de Química Tecnológica para o curso de Engenharia de Produção da IES pesquisada.

## **2- Do Projeto de Curso para Graduação em Engenharia de Produção da Instituição de Ensino Superior**

Abaixo segue o Histórico da Instituição de Ensino Superior e sua trajetória para a implantação do curso de Engenharia de Produção, na cidade de Marília - São Paulo.

### **2.1-Da Missão da Instituição e sua proposta Pedagógica para o curso de Engenharia de Produção**

No início, a atual Mantinha a Faculdade de Direito de Marília e Faculdade de Ciências Contábeis e de Administração de Marília, abrigando três cursos: Direito, Administração de Empresas e Ciências Contábeis. A aprovação se deu pelo Conselho Federal de Educação, efetivada nos Decretos Federais de Autorização n.66.140/70 e 66.390/70, publicados no Diário Oficial da União em 9/04/1974.

Na linha pedagógica da formação mais ampla possível, a Instituição, por meio de seu Centro de Pós-Graduação passou, também, a oferecer cursos de especialização *Lato sensu* nas áreas de Direito, Administração e Ciências Contábeis.

Destaca-se que em 1998 a Instituição avançou com a implantação de novos cursos, ou seja, as habilitações em Comércio Exterior, Marketing e

Análise de Sistemas na área de Administração, o curso de Bacharelado em Ciências da Computação e o curso de Bacharelado em Tradutor. Esta nova configuração introduziu a Instituição na área de Exatas e Tecnologia e na área de Comunicação e Letras.

Deste modo, a experiência acumulada ao longo de sua trajetória foi consolidando o perfil vocacional da Instituição. Na área de Direito, a pesquisa passou a ser direcionada para o tema dos Direitos Humanos e da Cidadania; na área de Administração ganharam espaço os múltiplos desdobramentos da gestão empresarial, da competitividade e da regionalidade; na área contábil o aperfeiçoamento das técnicas e normas são prioridades do ensino e dos conteúdos, com o objetivo de oferecer uma formação técnica específica na área; e na área de computação, as tecnologias inovadoras de informação ligadas à Realidade Virtual, Arquitetura de Sistemas Computacionais e Engenharia de Software.

Toda esta nova configuração possibilitou a implantação de dois Programas de Mestrado autorizados pela Capes, sendo um na área de Direito e outro na área de Ciências da Computação.

Em 2002, como mencionado nos dados de credenciamento, a IES solicitou ao Ministério da Educação o credenciamento como **Centro Universitário**, via transformação da Faculdade de Direito de Marília, Faculdade de Ciências Contábeis e de Administração de Marília, Faculdade de Informática de Marília e Faculdade de Letras de Marília, sendo credenciada pela Portaria MEC n. 2.026, de 22 de julho de 2003.

No ano de 2004, a Instituição passou a oferecer cursos na área de graduação tecnológica, mais precisamente na área de gestão, design e informática. Foi criado o Instituto Superior de Tecnologia (IST), com o objetivo de abrigar os cursos superiores de tecnologia.

A criação desses cursos proporcionou a Marília e região uma nova modalidade em cursos de graduação, uma nova concepção em ensino superior,

promovendo a formação profissional em curto espaço de tempo. Constituiu-se como uma real oportunidade para a classe trabalhadora, para os profissionais que necessitam de formação específica atualizada e para aqueles que querem ampliar suas possibilidades de atuação profissional, formando profissionais para o mercado de trabalho, sobretudo, para os setores do comércio, indústria e de prestação de serviços.

Finalmente, no ano de 2007, com o objetivo de atender a uma demanda regional, a IES implanta o curso de Bacharelado em Engenharia de Produção.

Consiste na Missão da Instituição: “Promover o desenvolvimento integral dos cidadãos por meio da formação humanista, científica e tecnológica, enfatizando a visão reflexiva e crítica de seus graduados, capacitando-os a atuar profissionalmente na construção de uma sociedade qualitativamente melhor e socialmente justa”.

### **2.1.1- Princípios**

Os princípios e valores estabelecidos pela IES pesquisada foram idealizados de forma a orientar o processo decisório e os procedimentos da Instituição na concretização de sua Missão. Nesse sentido, se propõem a expressar as convicções da Instituição e a atuação de seus gestores e colaboradores em relação à comunidade externa e interna. Assim, pauta-se nos seguintes princípios:

- Autonomia: liberdade com responsabilidade no exercício de sua missão;
- Empreendedorismo: espírito de liderança, iniciativa e compromisso social;
- Qualidade: criar e disponibilizar oportunidades de aprendizado para o desenvolvimento cultural, político, social e profissional do aluno;

- Comunicação: transmissão de informações de maneira clara, objetiva e transparente;
- Conhecimento como construção: o conhecimento é processo em constante evolução;
- Respeito às pessoas: respeitar e conhecer a comunidade interna e externa, desenvolvendo relações cooperativas e duradouras;
- Ética: compromisso alicerçado no mútuo respeito social e profissional;
- Flexibilidade: preparo para atender e definir habilidades necessárias para o cidadão do futuro, capaz de transformar a informação em conhecimento.

### **2.1.2 - Valores**

Para o desenvolvimento da missão institucional e a operacionalização das atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão, foram definidos os seguintes Valores Institucionais:

- Assistência e promoção humana;
- Compromisso e co-responsabilidade;
- Engajamento social;
- Pró-atividade;
- Qualidade e produtividade;
- Respeitabilidade, pluralidade e diversidade;
- Cidadania e responsabilidade com o meio ambiente;
- Sustentabilidade econômico-financeira.

### 2.1.3 - Finalidades

A instituição palco da pesquisa tem como finalidades:

- Promover e divulgar o Ensino em todos os graus e ciclos, visando ao progresso cultural e social de Marília e do Brasil;
- Manter, provendo com os recursos necessários, os cursos e demais atividades que instale, administre ou dirija;
- Patrocinar estudos e soluções dos problemas de Ensino, em todos os graus e ciclos, sempre com o atendimento das prescrições legais;
- Oferecer cursos de graduação, nas modalidades de bacharelado, licenciatura e superiores de tecnologia, abertos a candidatos que tenham concluído o ensino médio ou equivalente, classificados em processo seletivo e, também, a portadores de diploma de nível superior;
- Oferecer cursos sequenciais de formação específica e de complementação de estudos, conforme a viabilidade e demanda regional;
- Oferecer programas de Pós-graduação, compreendendo programas de lato e stricto sensu, ou seja, cursos de especialização, aperfeiçoamento e outros abertos a candidatos diplomados em cursos de graduação e que atendam às exigências do processo seletivo;
- Desenvolver a extensão universitária, aberta a toda a comunidade interna e externa, de forma a atender aos requisitos estabelecidos em programa e mediante aprovação do Conselho Universitário e demais instâncias acadêmicas;
- Produzir a pesquisa e a investigação sistematizada da realidade social do cenário local, regional e nacional, visando à ampliação, sistematização, atualização, ao aprofundamento e à disseminação do conhecimento acadêmico. Importante ressaltar que a pesquisa se constitui numa das principais fontes do ensino e das demais atividades desenvolvidas pelo corpo docente e corpo discente.

### 3- Da Ementa do Curso de Engenharia de Produção

Atualmente o curso de Engenharia de Produção trabalha com três matrizes curriculares, sendo duas anuais: Matriz de 2008 a 2010; e uma matriz semestral, a de 2013. As estruturas das Matrizes são apresentadas a seguir:

#### 3.1- Matriz curricular 2008 - Regime anual

Válida para as turmas que iniciaram o curso em 2008 até 2010.

Vide tabela 3.1 a seguir:

TABELA 3.1- Matriz curricular 2008

| <b>1ª Série</b>                       | <b>C/H</b> |
|---------------------------------------|------------|
| Cálculo I                             | 120        |
| Física I                              | 120        |
| Laboratório de Física I               | 40         |
| Geometria Analítica                   | 80         |
| Método Científico                     | 40         |
| Comunicação                           | 40         |
| Informática                           | 80         |
| Representação Gráfica                 | 120        |
| Fundamentos de Engenharia de Produção | 80         |
| Economia Industrial                   | 80         |
| <b>SUBTOTAL</b>                       | <b>800</b> |
| <b>2ª Série</b>                       |            |
| Cálculo II                            | 120        |
| Álgebra linear                        | 80         |
| Estatística Aplicada                  | 80         |
| Física II                             | 120        |
| Laboratório de Física II              | 40         |
| Química Geral e Tecnológica           | 120        |
| Laboratório de Química                | 40         |
| Economia Industrial                   | 80         |
| Resistência dos Materiais             | 80         |

|   |             |
|---|-------------|
| Ética   | 40          |
| <b>SUBTOTAL</b>                                 | <b>800</b>  |
| <b>3ª Série</b>                                 |             |
| Eletricidade Industrial                         | 80          |
| Mecânica dos Fluidos e Aplicações               | 120         |
| Termodinâmica Aplicada                          | 80          |
| Processo de Produção Mecânica                   | 120         |
| Logística de Cadeia de suprimentos              | 80          |
| Gestão e Controle da Qualidade                  | 80          |
| Engenharia Econômica e Custos Industriais       | 80          |
| Elementos de Máquinas                           | 80          |
| Estudo do Trabalho – tempos e métodos           | 80          |
| <b>SUBTOTAL</b>                                 | <b>800</b>  |
| <b>4ª Série</b>                                 |             |
| Pesquisa Operacional                            | 80          |
| Desenvolvimento do Produto                      | 80          |
| Tecnologia de Informação em Engenharia Produção | 80          |
| Laboratório de Tecnologia de Informação         | 40          |
| Processo da Indústria Alimentícia               | 80          |
| Gestão de Pessoas                               | 80          |
| Higiene e Segurança do Trabalho                 | 40          |
| Estudo do Trabalho – tempos e métodos           | 80          |
| Organização Industrial                          | 80          |
| Logística e Cadeia de Suprimentos               | 80          |
| Marketing Industrial                            | 80          |
| Gestão de Projetos                              | 80          |
| <b>SUBTOTAL</b>                                 | <b>800</b>  |
| <b>5ª Série</b>                                 |             |
| Projeto de Unidades Produtivas                  | 80          |
| Processo da Produção Agrícola                   | 80          |
| Gestão da Manutenção                            | 40          |
| <b>SUBTOTAL</b>                                 | <b>200</b>  |
| <b>TOTAL GERAL DAS DISCIPLINAS</b>              | <b>3400</b> |
| <b>LIBRAS (Optativa)</b>                        | <b>40</b>   |
| <b>TRABALHO DE CURSO</b>                        | <b>120</b>  |
| <b>ESTÁGIO</b>                                  | <b>300</b>  |
| <b>ATIVIDADES COMPLEMENTARES</b>                | <b>200</b>  |

|              |             |
|--------------|-------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>4060</b> |
|--------------|-------------|

Fonte: Projeto Pedagógico da IES – Engenharia de Produção

### 3.2- Matriz Curricular de 2011-Regime Anual

Aprovada pelo Conselho de curso em 02/12/2010 e pelo CONSU em reunião de 28/10/2010. Vigência a partir de janeiro de 2011 para as novas turmas.

Abaixo segue na tabela 3.2 a Matriz Curricular de 2011:

TABELA 3.2 – Matriz Curricular de 2011

| <b>1ª Série</b>                    | <b>C/H</b> |
|------------------------------------|------------|
| Cálculo I                          | 120        |
| Física I                           | 120        |
| Laboratório de Física I            | 40         |
| Geometria Analítica                | 80         |
| Método Científico                  | 40         |
| Comunicação                        | 40         |
| Informática                        | 80         |
| Representação Gráfica              | 120        |
| Fundamentos de Engenharia Produção | 80         |
| <b>SUBTOTAL</b>                    | <b>720</b> |
| <b>2ª Série</b>                    |            |
| Cálculo II                         | 120        |
| Álgebra linear                     | 80         |
| Física II                          | 120        |
| Laboratório de Física II           | 40         |
| Química Geral e Tecnológica        | 120        |
| Laboratório de Química             | 40         |
| Economia Industrial                | 80         |
| Resistência dos Materiais          | 80         |
| Ética                              | 40         |
| <b>SUBTOTAL</b>                    | <b>720</b> |
| <b>3ª Série</b>                    |            |

|   |             |
|---|-------------|
| Eletricidade Industrial                         | 80          |
| Mecânica dos Fluidos e Aplicações               | 120         |
| Termodinâmica Aplicada                          | 80          |
| Processo de Produção Mecânica                   | 120         |
| Estatística Aplicada                            | 80          |
| Planejamento do Processo de Produção            | 80          |
| Engenharia Econômica e Custos Industriais       | 80          |
| Elementos de Máquinas                           | 80          |
|   |             |
| <b>SUBTOTAL</b>                                 | <b>720</b>  |
| <b>4ª Série</b>                                 |             |
| Pesquisa Operacional                            | 80          |
| Desenvolvimento do Produto                      | 80          |
| Tecnologia de Informação em Engenharia Produção | 80          |
| Laboratório de Tecnologia de Informação         | 40          |
| Processo da Indústria Alimentícia               | 80          |
| Gestão e Controle da Qualidade                  | 80          |
| Higiene e Segurança do Trabalho                 | 40          |
| Estudo do Trabalho – tempos e métodos           | 80          |
| Organização Industrial                          | 80          |
| Logística e Cadeia de Suprimentos               | 80          |
|   |             |
| <b>SUBTOTAL</b>                                 | <b>720</b>  |
| <b>5ª Série</b>                                 |             |
| Projeto de Unidades Produtivas                  | 80          |
| Processo da Produção Agrícola                   | 80          |
| Gestão da Manutenção                            | 40          |
| Gestão de Pessoas                               | 80          |
| Gerência de Projetos                            | 80          |
| Planejamento e Controle da Produção             | 80          |
| Marketing Industrial                            | 80          |
| <b>SUBTOTAL</b>                                 | <b>520</b>  |
| <b>TOTAL GERAL DAS DISCIPLINAS</b>              | <b>3400</b> |
| <b>LIBRAS (Optativa)</b>                        | <b>40</b>   |
| <b>TRABALHO DE CURSO</b>                        | <b>120</b>  |
| <b>ESTÁGIO</b>                                  | <b>300</b>  |
| <b>ATIVIDADES COMPLEMENTARES</b>                | <b>200</b>  |

|              |             |
|--------------|-------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>4060</b> |
|--------------|-------------|

Fonte: Projeto Pedagógico da IES – Engenharia de Produção

### 3.3- Matriz Curricular 2012-Regime Semestral

Com o objetivo de adequação da Matriz curricular vigente ao regime semestral, implantado em 2013 para todos os cursos de Graduação da IES, foi aprovada pelo Núcleo Docente e Estruturante (NDE) em 18 de agosto de 2012 e pelo CONSU-CEPE (Conselho Universitário – Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão) em 12 de setembro de 2012, a matriz curricular para os discentes ingressos em 2013, descrita na tabela 3.3 abaixo.

TABELA 3.3 – Matriz Curricular 2012

| <b>1º Semestre</b>                        | <b>C/H</b> |
|---|------------|
| Cálculo Diferencial e Integral I          | 40         |
| Física Geral de Experimental I            | 80         |
| Introdução à Engenharia de Produção       | 40         |
| Geometria Analítica                       | 40         |
| Desenho Industrial                        | 80         |
| Introdução à Computação para a Engenharia | 40         |
| Comunicação                               | 40         |
| <b>Subtotal</b>                           | <b>360</b> |
| <b>2º Semestre</b>                        | <b>C/H</b> |
| Cálculo Diferencial e Integral II         | 80         |
| Física Geral de Experimental II           | 80         |
| Aplicação da Engenharia de Produção       | 40         |
| Introdução à Economia                     | 40         |
| Desenho Auxiliado por Computador          | 40         |
| Linguagem de Programação                  | 40         |
| Ética                                     | 40         |
| <b>Subtotal</b>                           | <b>360</b> |
| <b>3º Semestre</b>                        |            |
| Cálculo Diferencial e Integral III        | 80         |
| Álgebra Linear I                          | 40         |

|  |            |
|--|------------|
| Física Geral e Experimental III              | 80         |
| Economia Industrial                          | 40         |
| Química Geral e Experimental                 | 80         |
| Estática                                     | 40         |
| Métodos Estatísticos                         | 40         |
| <b>Subtotal</b>                              | <b>400</b> |
| <b>4º Semestre</b>                           |            |
| Cálculo Diferencial e Integral IV            | 40         |
| Álgebra Linear II                            | 40         |
| Física Geral e Experimental IV               | 80         |
| Matemática Aplicada à Engenharia de Produção | 40         |
| Química Tecnológica                          | 80         |
| Resistência dos Materiais                    | 40         |
| Metrologia Industrial                        | 40         |
| Probabilidade Aplicada                       | 40         |
| <b>Subtotal</b>                              | <b>400</b> |
| <b>5º Semestre</b>                           |            |
| Elementos de Máquinas                        | 80         |
| Eletrotécnica                                | 40         |
| Engenharia Econômica                         | 40         |
| Arranjo Físico e Fluxo                       | 40         |
| Materiais e Processos Poliméricos            | 40         |
| Logística e Suprimentos                      | 40         |
| Termodinâmica                                | 40         |
| Mecânica dos Fluidos I                       | 80         |
| <b>Subtotal</b>                              | <b>400</b> |
| <b>6º Semestre</b>                           |            |
| Tempos e Métodos                             | 80         |
| Instalações e Máquinas Elétricas             | 40         |
| Custos Industriais                           | 40         |
| Sistemas Produtivos                          | 40         |
| Materiais e Processos Mecânicos              | 80         |
| Logística de Distribuição                    | 40         |
| Máquinas Térmicas                            | 40         |
| Mecânica dos Fluidos II                      | 40         |
| <b>Subtotal</b>                              | <b>400</b> |
| <b>7º Semestre</b>                           |            |

|   |            |
|---|------------|
| Sistemas de Informações Gerenciais                  | 40         |
| Ergonomia   | 40         |
| Desenvolvimento do Produto                          | 40         |
| Gestão da Qualidade                                 | 40         |
| Pesquisa Operacional I                              | 40         |
| Engenharia Ambiental                                | 40         |
| Gestão de Pessoas I                                 | 40         |
| Metodologia Científica                              | 40         |
| Planejamento, Programação e Controle da Produção I  | 40         |
| Automação Industrial                                | 40         |
| <b>Subtotal</b>                                     | <b>400</b> |
| <b>8º Semestre</b>                                  |            |
| Simulação de Processos Produtivos                   | 40         |
| Engenharia de Segurança do Trabalho                 | 40         |
| Gestão da Inovação                                  | 40         |
| Controle Estatístico da Qualidade                   | 40         |
| Pesquisa Operacional II                             | 40         |
| Processos da Indústria Alimentícia                  | 80         |
| Gestão de Pessoas II                                | 40         |
| Princípios de Marketing                             | 40         |
| Planejamento, Programação e Controle da Produção II | 40         |
| <b>Subtotal</b>                                     | <b>400</b> |
| <b>9º Semestre</b>                                  |            |
| Gerência de Projetos                                | 80         |
| Manutenção Industrial                               | 80         |
| Marketing Industrial                                | 40         |
| Projeto de Unidades Produtivas                      | 80         |
| Organização Industrial                              | 40         |
| Trabalho de Conclusão I (Projeto Integrado)         | <b>80</b>  |
| <b>Subtotal</b>                                     | <b>400</b> |
| <b>10º Semestre</b>                                 |            |
| Trabalho de Conclusão II (Projeto Integrado)        | 40         |
| <b>Subtotal</b>                                     | <b>40</b>  |
| Estágio   | 300        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>340</b> |
| <b>RESUMO</b>                                       |            |
| Total Geral das Disciplinas                         | 3.560      |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Atividade Complementar | 200   |
| Estágio Supervisionado | 300   |
| Total                  | 4.060 |
| LIBRAS <sup>8</sup>    | 40    |

Fonte: Projeto Pedagógico da IES – Engenharia de Produção

#### **4 - Das disciplinas de Química Geral e Tecnológica e Laboratório de Química**

Tendo em vista a nova realidade das empresas e a necessidade de adequação à Lei N°12.305, de 02 de Agosto de 2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos e da Legislação de Preservação do Meio Ambiente, os conteúdos respectivos sobre Educação Ambiental devem ser aplicados nas disciplinas de **Introdução à Engenharia de Produção, Aplicação de Engenharia de Produção, Química Geral e Tecnológica e Laboratório de Química**, sendo contemplados em suas respectivas ementas e plano de ensino. De modo geral, dada a importância da sustentabilidade no mundo atual, as demais disciplinas também devem contextualizar acerca do tema.

Desta feita, de acordo com o exposto, vale destacar que cada professor, segundo o Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção da IES, tem a autonomia para identificar os conteúdos mais relevantes e os organizar em módulos de ensino, a saber:

“1. Ter clareza sobre o perfil e as características do profissional para cuja formação está contribuindo.

---

<sup>8</sup> A disciplina LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais), regulamentada pela Lei 10.436, de 24 de abril de 2002, e Decreto n° 5.626, de 22 de dezembro de 2005, é oferecida como componente curricular optativo no âmbito dos cursos de graduação mantidos pela IES, com carga horária de 40 horas.

2. Considerar todo o conteúdo próprio da disciplina, dele retirando, ainda desordenadamente, todos os itens importantes para o curso, elaborando um rol de itens apropriado.

3. Comparar este rol de itens com aquele que são propostos pela disciplina, procurando analisar quais os assuntos são ultrapassados, inúteis, inaplicáveis no curso, quais os que merecem atualização, quais os novos tópicos que devem ser acrescentados, quais devem ser substituídos até se chegar a um conjunto de tópicos adequados para o curso.

4. Destacar entre os tópicos selecionados no item anterior os grandes temas, ou os grandes eixos teóricos ao redor dos quais os demais temas poderão se agrupar, ou a possibilidade de os itens menores poderem se colocar como decorrentes deles. De tal forma que possamos organizar uma média de *quatro a cinco grandes temas integrativos para o semestre*, e o dobro deles para o ano todo. Unidades de trabalho com duração de quatro a cinco semanas cada uma. Com *objetivo* claro, um *processo* de realização e *avaliação* da aprendizagem a cada módulo.

5. Buscar retro avaliação (feedback): A participação dos alunos é fundamental, podendo ser sob forma de avaliação da programação pela classe no final de cada semestre. A participação dos professores dos anos seguintes, que recebem os alunos do ano anterior, também é de suma importância”.

Antes da mudança do curso de Engenharia de Produção para matriz semestral curricular de 2013, a disciplina de Química Geral e Tecnológica apresentava um conteúdo teórico de 120 horas, por meio do qual sua parte experimental era desenvolvida em outra disciplina de 40 horas, chamada Laboratório de Química.

Na sequência temos destacados os conteúdos dessas disciplinas como eram dispostos no antigo regime anual.

## 4.1- A Disciplina Química Geral e Tecnológica (120 horas)

### 4.1.1- Objetivos da disciplina

- Entender e acompanhar o desenvolvimento e a influência da Química desde a pré-histórica até os dias atuais;
- Conhecer as diversas aplicações da Química e garantir que sejam usadas para o bem estar comum, com fins pacíficos e na proteção do meio ambiente;
- Decodificar e entender fórmulas dos diferentes materiais usadas nas engenharias para decidir crítica e conscientemente pela sua utilização ou não, visando à proteção da saúde e do meio ambiente;
- Propor soluções para os problemas diários, utilizando conceitos, procedimentos e atividades com o conhecimento da Química;
- Utilizar conhecimentos adquiridos para servir e melhorar a sua comunidade agindo como elemento transformador;
- Entender a pesquisa e a formulação de novos produtos;
- Criar novas necessidades e poder alterar a economia desenvolvendo novos hábitos de consumo na sociedade;
- Visualizar as reações, processos e substâncias químicas como participantes nos processos biológicos (digestão, circulação, respiração, etc) e em necessidades básicas do homem tais como: saúde, vestuário, moradia, alimentação e transporte;
- Entender que da aplicação dos químicos surgem novas tecnologias que modificam o homem, a sociedade e o meio ambiente.

### 4.1.2- Conteúdos Programáticos

Entende-se por conteúdos programáticos os tópicos escolhidos que serão desenvolvidos durante o ministrar da disciplina, conforme o plano de ensino. Segundo Libâneo (1994), os conteúdos são uma soma dos conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, visando sempre sua aplicação na vida prática dos alunos.

Abaixo seguem os conteúdos programáticos da disciplina Química Geral e Tecnológica:

- Histórico da química; Composição dos átomos e isótopos; Abundância Isotópica e Massa Atômica. Átomos e o mol. Tabela Periódica; Fórmulas e Modelos; Compostos iônicos e moleculares e suas nomenclaturas;
- Composição percentual, fórmula empírica e molecular; Determinação das fórmulas à partir de dados de massa;
- Equações Químicas e balanceamento de equações; Cálculos com reagente limitante. Análise em solução aquosa; Solubilidade dos compostos e tipos de reações. Concentração das soluções: Molaridade; Diluição e pH das soluções. Titulação ácido-base.
- Introdução à Química Orgânica; Principais funções orgânicas; Química do petróleo e seu refino; Etanol e Biodiesel; Polímeros naturais e sintéticos; Cerâmicas e compósitos; Pigmentos, tintas e vernizes; Compósitos.

## **4.2- A Disciplina Laboratório de Química (40 horas)**

### **4.2.1- Objetivos da disciplina**

- O aluno deverá ser capaz de compreender a importância da Química como Ciência;
- Conhecer os equipamentos e as principais técnicas de utilização dos mesmos no laboratório químico;
- Relacionar as grandezas atômicas e moleculares com fenômenos químicos e com os cálculos a eles associados;
- Compreender a natureza e a importância das soluções; reconhecer os fatores que influem no equilíbrio-químico;
- Associar os fenômenos químicos estudados com situações do cotidiano.

### **4.2.2 - Conteúdos Programáticos**

São o detalhamento de conhecimentos, habilidades e atividades, ordenados em sequência lógica, que possibilita o alcance dos objetivos preestabelecidos em um processo ensino-aprendizagem.

- Apresentação do Professor, da disciplina, do conteúdo programático e do ambiente de laboratório; Amostragem das vidrarias e materiais utilizados em laboratório; Fenômenos Físicos e Químicos; Teste da chama; Composição constante; Determinação do teor de álcool na gasolina; Identificação de ácidos e bases; Reações de Neutralização.
- Titulação e uso dos indicadores; Solubilidade e polaridade de substâncias;  
Determinação do teor de água de hidratação de um sal;

Equilíbrio Químico e deslocamento Influência da concentração na velocidade das reações; Reatividade de metais e ametais; Pilha de Daniell.

- Identificação de compostos orgânicos; Diferenciação de álcool e fenol; Reações com álcool e fenol; Diferenciação de aldeídos e cetonas; Reagentes de Fehling e Tollens; Diferenciação de álcoois; Obtenção do metano.

### **4.3 - Química Geral e Experimental**

Na atual matriz semestral de 2013, disciplina a Química Geral foi reescrita anexando em seu conteúdo programático a parte experimental que era desenvolvida na disciplina de Laboratório de Química.

Com esta fusão originou-se a disciplina Química Geral e Experimental com uma carga horária total de 80 horas divididas em 60 horas de conteúdos teóricos e 20 horas de parte experimental desenvolvidos em Laboratório.

Abaixo seguem os conteúdos programáticos da disciplina:

#### **4.3.1- Química Geral (Carga horária 60 horas):**

- Histórico da Química. Composição dos átomos e isótopos, abundância isotópica e Massa Atômica, Massa Molar. Tabela Periódica e reconhecimentos dos elementos através da configuração eletrônica. Fórmulas e Modelos atômicos.

- Nomenclatura dos compostos iônicos e moleculares. Composição percentual, fórmula empírica e molecular. Determinação das fórmulas à partir de dados de massa.

- Equações químicas e balanceamento de equações. Cálculos químicos e análise em solução aquosa. Solubilidade dos compostos e classificação das reações.
- Concentração das soluções, diluição e cálculo do pH. Titulação ácido-base, e determinação da massa molar de um composto por titulação.

#### **4.3.2 - Química Experimental (Carga horária 20 horas):**

- Apresentação dos principais materiais e vidrarias utilizadas em Laboratório. Normas de segurança para a utilização do Laboratório. Fenômenos Físicos e Químicos.
- Teste de Chama. Composição constante. Ácidos e bases e seus indicadores. Determinação da água de hidratação de um sal. Determinação do teor de álcool na gasolina. Solubilidade e polaridade das substâncias.
- Padronização de uma solução e a técnica da titulação. Determinação da concentração da acidez e da basicidade por titulação. Reatividade dos metais e dos ametais.

#### **4.4 - Química Tecnológica e Experimental**

Na referida matriz de 2013, a disciplina Química Tecnológica foi reescrita, anexando em seu conteúdo programático novos tópicos referentes à galvanização, suas tipologias e aplicações. Em sua parte experimental foram acrescentados novos experimentos laboratoriais, visando a integração com os conteúdos ministrados em sala de aula.

Com esta fusão originou-se a disciplina Química Tecnológica e Experimental, com uma carga horária total de 80 horas divididas em 60 horas de

conteúdos teóricos e 20 horas de parte experimental desenvolvidos em Laboratório.

Abaixo seguem os conteúdos programáticos da disciplina:

#### **4.4.1 - Química Tecnológica (Carga horária 60 horas):**

- Introdução ao estudo da Eletroquímica. Corrosão anódica e catódica. Célula Galvânica Primária e secundária. Cálculo do potencial elétrico de uma pilha. Eletrólise ígnea e aquosa.
- Estequiometria na eletrólise. Aplicações da eletrólise. Tratamentos de superfície utilizados na siderurgia.
- Introdução à Química Orgânica. Principais funções orgânicas. Química do petróleo e seu refino. Etanol e biodiesel. Polímeros naturais e sintéticos.
- Química dos Materiais Modernos.

#### **4.4.2- Química Tecnológica Experimental (Carga horária 20 horas):**

- Condutividade das soluções eletrolíticas, Montagem da pilha de Daniell. Eletrólise aquosa do hidróxido de sódio. Eletrólise aquosa do iodeto de potássio.
- Laminação de cobre por eletrólise. Síntese do metano. Diferenciação e reações entre álcool e fenol. Diferenciação entre aldeídos e cetonas.
- Identificação de açúcares através dos reagentes de Fehling e Tollens. Identificação da vitamina C.

## **5 - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Engenharia de Produção e o Plano de Curso da IES**

Abaixo segue a proposta das Diretrizes Curriculares Nacionais para a implantação dos cursos de Engenharia de Produção, segundo os critérios de competências e habilidades necessárias para a capacitação profissional do engenheiro de produção.

### **5.1- Das Competências e Habilidades para o Campo da Engenharia de Produção nas DCNs**

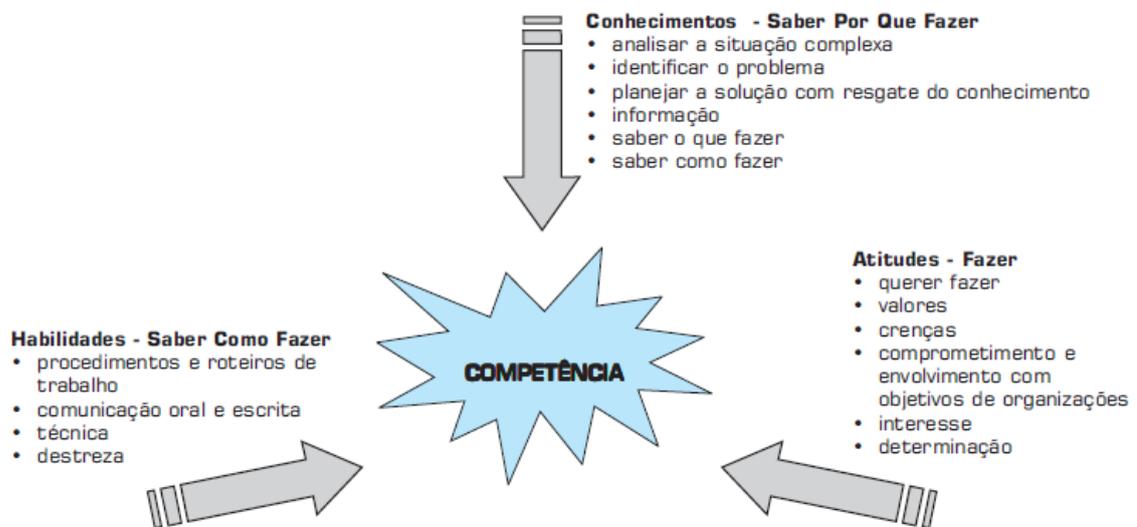
O Termo competência tem sido cada vez mais requisitado nas discussões produtivas. Conforme Zarifian (1996) a busca da competência está relacionada, tanto ao aumento da complexidade do trabalho, quanto ao aumento das ocorrências de imprevistos que ocorrem em um processo de produção.

Segundo Duarte e Dellagnelo (2001) apud Santos (2003), enfatizam que os conhecimentos, as habilidades e as atitudes são os três fatores responsáveis para o dimensionamento do termo competência (figura 5.1). Para esses autores, somente por meio de um “resgate do conhecimento”, é possível analisar uma situação complexa, identificar um problema e, assim, planejar uma estratégia para sua solução.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Santos (2003) cita Gramigna (2002) que apresenta sua metáfora da “árvore das competências” (figura 5.2), cujos elementos devem receber um tratamento equilibrado para que uma competência tenha seu desenvolvimento saudável com bons resultados. “A raiz corresponde ao conjunto de valores, crenças e princípios, formados ao longo da vida, e determinam nossas atitudes. [...] O conhecimento é o segundo componente de uma competência. Trata-se do conjunto de informações que a

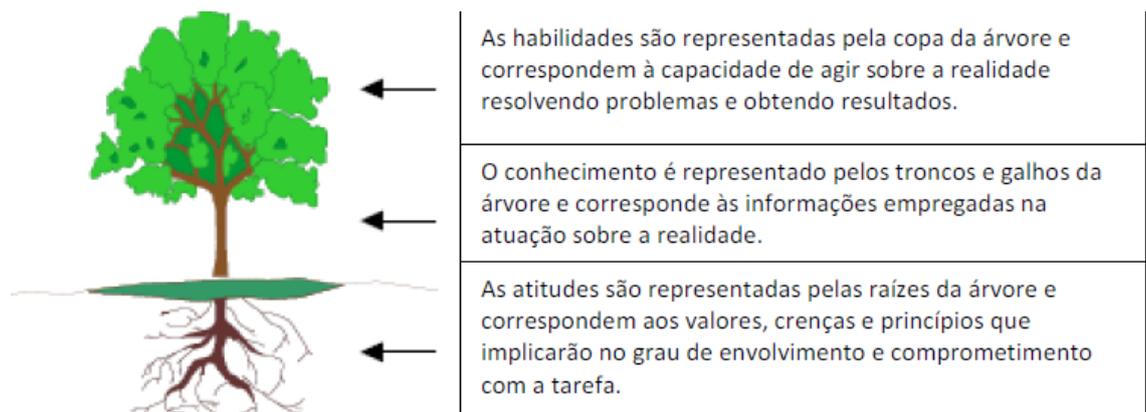
pessoa armazena e lança mão quando precisa. Quanto maior for esse conhecimento, mais a competência se fortalece e permite que o profissional enfrente com flexibilidade e sabedoria os diversos desafios de seu dia-a-dia. [...] Agir com talento, capacidade e técnica, obtendo resultados positivos, é o que chamamos de habilidade” (GRAMIGNA, 2002, p.17-21).

FIGURA 5.1 – As três dimensões da competência



Fonte: Adaptada de DUARTE e DELLAGELO (2001)

FIGURA 5.2 – A Árvore das Competências



Fonte: Adaptado de GRAMIGNA (2002, p.17-21)

Le Boterf (1994, 1997) *apud* Perrenoud (1999, p.28) acrescenta que: “uma competência pressupõe a existência de recursos mobilizáveis, mas não se confunde com eles, pois *acrescenta-se* aos mesmos ao assumir sua

postura em sinergia com vistas a uma ação eficaz em uma situação complexa. Ela acrescenta o *valor de uso* aos recursos mobilizados [...] pois ordena-os, relaciona-os, funde-os, em uma totalidade mais rica do que sua simples união aditiva [...] Uma competência pode funcionar como um recurso, mobilizável por competências mais amplas”. Existem certamente inúmeras concepções e tipologias dos elementos de uma competência (atitudes, conhecimentos e habilidades).

A ABEPRO (2001), ao propor as competências do engenheiro de produção, não mostra como é composta cada competência, sendo o mais importante a formação singular da competência por meio de cada profissional, de cada universidade e de cada equipe de projeto, de cada empresa e de cada comissão coordenadora de curso de graduação em Engenharia de Produção. Salvo melhor juízo, as competências e os respectivos conhecimentos, atitudes e habilidades dos profissionais formados devem ser concebidos de forma específica pelas próprias Instituições de Ensino Superior.

## **5.2- Conhecimentos básicos e específicos para o Engenheiro de Produção propostos pela DCNs**

Conforme Cunha (2004), a Engenharia de Produção adota o núcleo de conhecimentos básicos propostos pelas DCNs do Curso de Graduação em Engenharia de Produção – Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. O núcleo de conhecimentos específicos para a formação do Engenheiro de Produção é indicado pelas Diretrizes da ABEPRO descritos no quadro 5.1 a seguir:

## QUADRO 5.1- Conhecimentos básicos e específicos do Engenheiro de Produção.

| Núcleo de conhecimentos profissionalizantes | Componentes do núcleo de conhecimentos profissionalizantes   |
|---|--|
| Engenharia do Produto                       | Planejamento do Produto; Projeto do Produto.   |
| Projeto de Fábrica                          | Análise de Localização; Instalações Industriais; Arranjo Físico; Movimentação de Materiais.  |
| Processos Produtivos                        | Processos Discretos de Produção; Processos Contínuos de Produção; Fundamentos de Automação; Planejamento de Processos.               |
| Gerência de Produção                        | Planejamento e Controle da Produção; Organização/Planejamento da Manutenção; Logística e Distribuição; Estratégia; Gestão Ambiental. |
| Qualidade                                   | Gestão da Qualidade; Controle Estatístico da Qualidade; Normalização e Certificação; Metrologia; Inspeção e Ensaios; Confiabilidade. |
| Pesquisa Operacional                        | Programação Matemática; Processos Estocásticos; Simulação de Sistemas de Produção; Avaliação e Apoio à Tomada de Decisão.            |
| Engenharia do Trabalho                      | Organização do Trabalho; Ergonomia; Higiene e Segurança do Trabalho; Engenharia de Métodos e Processos.                              |
| Estratégia e Organizações                   | Planejamento Estratégico; Organização Industrial; Economia Industrial; Gestão Tecnológica; Sistemas de Informação.                   |
| Gestão Econômica                            | Engenharia Econômica; Custos da Produção; Viabilidade Econômica-financeira.  |

Fonte: Adaptado de CUNHA (2004)

### 5.3 - Competências e habilidades requeridas para o Engenheiro de Produção

Conforme o parecer de Cunha (2004), tomando como referência as DCN do curso de Engenharia de Produção, Resolução CNE/CES 11, apresenta uma proposta de Diretrizes Curriculares para os cursos de EP baseada em competências e habilidades requeridas. As mesmas são descritas no quadro 5.2 a seguir:

## QUADRO 5.2 - Competências e Habilidades requeridas para o Engenheiro de Produção

| Competências   | Habilidades   |
|--|---|
| Ser capaz de :<br>- dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e ao menor custo;<br>- usar ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar na tomada de decisões;<br>- projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos;<br>- prever e analisar demandas, selecionar tecnologias/ <i>know-how</i> ,<br>- incorporar conceitos e técnicas da qualidade no sistema produtivo;<br>- prever a evolução dos cenários produtivos;<br>- acompanhar os avanços tecnológicos, usando-os a serviço das empresas e da sociedade;<br>- compreender a interrelação dos sistemas de produção com o meio ambiente;<br>- utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio, avaliar a viabilidade econômica e financeira de projetos; e,<br>- gerenciar e otimizar o fluxo de informação nas empresas. | - Compromisso com a ética profissional;<br>- iniciativa empreendedora;<br>- disposição para auto-aprendizado e educação continuada;<br>- comunicação oral e escrita;<br>- interpretação e expressão por meios gráficos;<br>- visão crítica de ordens de grandeza;<br>- domínio de técnicas computacionais;<br>- domínio de língua estrangeira;<br>- conhecimento da legislação pertinente;<br>- capacidade de trabalhar em equipes;<br>- capacidade de identificar, modelar e resolver problemas;<br>- compreensão dos problemas administrativos, sócio-econômicos e ambientais;<br>- responsabilidade social; e,<br>- “pensar globalmente, agir localmente”. |

Fonte: Adaptado de CUNHA (2014)

## 6 - Do Processo de Galvanização na Universidade e na Indústria

Na tentativa de promover a aproximação da Universidade com o mercado de trabalho, foi escolhida uma disciplina do curso de Engenharia de Produção que proporcionasse uma ponte entre os saberes do nível operacional de fábrica e os conhecimentos desenvolvidos em sala de aula.

### 6.1- Na Disciplina Química Tecnológica como ferramenta de aprendizagem no Ensino de Química

Com o intuito de transformar a metodologia do curso de Engenharia de produção de uma maneira passiva de transmissão do conhecimento (COBENGE, 2003), para uma concepção ativa, por meio do qual o futuro

profissional possa propor soluções para os eventuais problemas que ocorram no âmbito profissional do chão de fábrica, foi escolhido como tema motivador a Galvanização, uma vez como já mencionado nessa dissertação; muitos alunos trabalham em fundições e galvanizadoras e trazem, constantemente, para sala de aula perguntas referentes ao entendimento químico do processo de galvanoplastia e sua otimização nas laminações feitas nas peças de ferro e aço, bem como as medidas que devem ser aplicadas na gestão dos descartes produzidos no referido processo.

A escolha desse tema foi reforçada pelas visitas técnicas realizadas com as turmas dos anos anteriores a atual matriz curricular. Em várias vezes os professores que acompanhavam os alunos nas visitas técnicas escutaram dos supervisores dos setores de tratamento de superfícies, sobre a deficiência de conhecimento que detectavam nos engenheiros recém-contratados, referentes à galvanização e suas aplicações. Isso demandava das empresas uma perda na produção, aja visto a necessidade de capacitar esse profissional em conhecimentos prévios sobre o processo de galvanoplastia.

Baseando-se nessas premissas foi proposto para a disciplina de Química Geral e Tecnológica mudar alguns conteúdos que eram ministrados pela mesma, por outros os quais se poderia enfatizar o tema de pesquisa e sua atual necessidade de capacitação profissional.

## **6.2- Conceituação e tipologia do Processo de Galvanização**

Segundo o ICZ (Instituto de Materiais Não Ferrosos), Galvanização é o processo químico, que consiste no depósito de um fino revestimento metálico na superfície do ferro ou aço, obtido pela imersão dos mesmos em um banho de zinco fundido ou através da eletrodeposição na superfície do componente pelo uso da eletricidade. Os principais tipos são a galvanização a quente ou a fogo e a galvanização por imersão a frio (PANNONI, 2011).

Revestir a superfície de um objeto, conferindo-lhe maior resistência e beleza, protegendo-o contra a corrosão, alterando suas dimensões, é uma atividade importante para o desenvolvimento industrial, crescimento econômico e geração de novos processos e, vem sendo praticada desde a antiguidade. A galvanoplastia, trabalho realizado pelas indústrias galvânicas é um processo químico ou eletroquímico de deposição de uma fina camada metálica sobre uma superfície. A galvanização é o termo usado para conceituar o processo de aplicação de revestimentos de zinco a ferro fundido ou aço visando a prevenção do componente à corrosão.

Esse processo de prevenção certamente é o mais ecológico e eficiente para proteger o aço por longos períodos. Estima-se que os custos empregados contra a corrosão são da ordem de 4% do PIB<sup>9</sup> das nações industrializadas e, um percentual maior pode ser verificado nas nações emergentes. Os revestimentos de zinco podem ser aplicados a quente por imersão em um banho de zinco fundido ou por eletrodeposição a partir de um eletrólito aquoso. Os objetos que recebem esse tratamento são chamados de galvanizados. Geralmente os objetos galvanizados por eletrodeposição são mais dúcteis que outros obtidos por imersão a quente.

A simplicidade da galvanização a quente ou a fogo torna-se uma vantagem competitiva sobre outros métodos de proteção contra corrosão. Esse processo compreende que após a limpeza e a preparação adequada dos componentes a serem tratados ocorre à imersão dos componentes metálicos a um banho de zinco líquido a uma temperatura de 445°C a 460°C. O aço e o zinco reagem formando um revestimento de proteção que consiste em aplicar uma camada intermetálica de liga Fe/Zn resistente à corrosão.

Segundo PANNONI, a galvanização a fogo tem seu apogeu no ano de 1741, quando Melouin, um químico francês descobriu que o metal zinco

---

<sup>9</sup> Guia de Galvanização por imersão a quente – ICZ (Instituto de Metais Não Ferrosos). Disponível em: < [www.icz.org.br/icz-publicações-guia-galvanização-php](http://www.icz.org.br/icz-publicações-guia-galvanização-php) >. Acesso em 20/12/2011.

poderia ser usado para proteger o aço e o ferro fundido da corrosão. Seu método de revestimento foi apresentado em uma reunião a Academia Real Francesa, entretanto conforme cita ZEMPULSKI (2007), “foi somente em 1837, que o engenheiro Sorel, outro químico francês patenteou a galvanização a fogo, cujo termo galvanização, seria uma menção a Luigi Galvani (1737-1798), um dos primeiros cientistas interessados na eletricidade e, também, porque é a corrente galvânica que protege o aço da oxidação”.

Comumente costuma-se chamar de galvanização a todo tratamento de superfície onde uma laminação de um metal menos nobre, portanto mais reativo, protege outro da corrosão. O termo cromação ou cromeação é popular, pois foi usado o cromo como revestimento e niquelação, onde se usou o níquel.

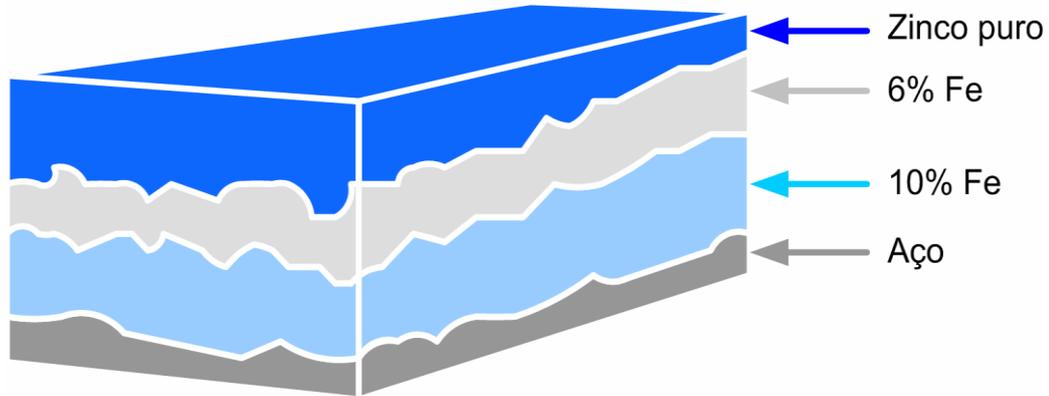
### **6.2.1- Galvanização a quente**

Em quase toda estrutura onde o aço é empregado a galvanização a quente está presente. Várias indústrias de máquinas agrícolas, automotivas, construção civil, químicas, papel e celulose são exemplos do uso da galvanização à quente no combate a corrosão. Esse sucesso comercial de proteção à oxidação é usado há mais de 150 anos em todo o mundo. Sua durabilidade está relacionada à espessura da camada de zinco depositada no aço ou ferro fundido e ao meio ambiente no qual a estrutura estará inserida.

A galvanização a quente ou a fogo consiste em inserir a estrutura de aço ou ferro em um banho de zinco líquido, produzindo, em sua superfície, uma camada composta por diferentes ligas Zn/Fe, chamadas intermetálicos, desenvolvendo assim uma aderência muito forte na estrutura da peça. Essa camada de intermetálicos Zn/Fe ilustradas nas figuras 6.1 e 6.2, apresenta dureza e fragilidade, fornecendo ao ferro uma proteção galvânica eficiente, uma vez que a camada externa de zinco sendo mais macia, confere ao metal uma proteção à

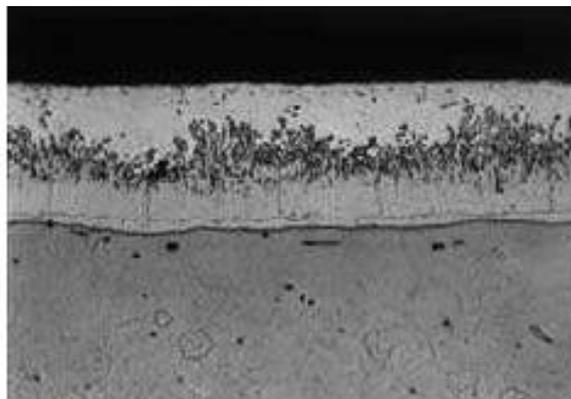
abrasão e a impactos acidentais durante o período de manuseio, armazenagem, transporte e montagem.

FIGURA 6.1- Seção esquemática de um revestimento galvanizado típico, mostrando as camadas de intermetálicos.



Fonte: PANNONI (2011)

FIGURA 6.2 - Microestrutura de um típico revestimento galvanizado a fogo<sup>10</sup>.



Fonte: PANNONI (2011)

As espessuras do revestimento são, normalmente, determinadas pelas espessuras do substrato de aço, sendo que a porção mais externa é constituída basicamente de zinco puro. Assim, condições operacionais

<sup>10</sup>A figura 10 evidencia a microestrutura de um revestimento galvanizado retirado de : The Engineers & Architects' Guide to Hot Dip Galvanizing. Galvanizers Association, 2002, West Midlands,UK.

proporcionarão uniformidade na espessura dos revestimentos galvanizados segundo a Norma ISO 1461<sup>11</sup>.

## 6.2.2 - Vantagens da galvanização a quente

Segundo PANNONI<sup>12</sup> as principais vantagens da galvanização a fogo são apresentadas abaixo:

- **Custo inicial inferior:** A galvanização a fogo, de modo geral, possui custos muito competitivos quando comparados a outras formas de proteção especificadas na proteção do aço. O custo de aplicação de revestimentos que requerem mão de obra intensiva, como a pintura, tem crescido mais do que os custos de aplicação (em fábrica) da galvanização a fogo;

- **Pequena manutenção/custo menor a longo prazo:** Mesmo nos casos onde o custo inicial da galvanização a fogo é maior do que revestimentos alternativos, a galvanização apresenta menores custos de manutenção ao longo da vida útil do componente/estrutura. A manutenção é, ainda, mais cara quando as estruturas estão localizadas em áreas remotas;

- **Vida longa:** A expectativa de vida de revestimentos galvanizados aplicados sobre componentes estruturais excede os 40 anos na maior parte dos ambientes rurais, e, se situa entre 10 a 30 anos na maior parte dos ambientes agressivos, urbanos e costeiros;

- **Preparo superficial:** A imersão em ácido, como pré-tratamento, garante a limpeza uniforme das superfícies de aço. Em contraste, revestimentos orgânicos tradicionais devem ser aplicados sobre superfícies limpas com jato

---

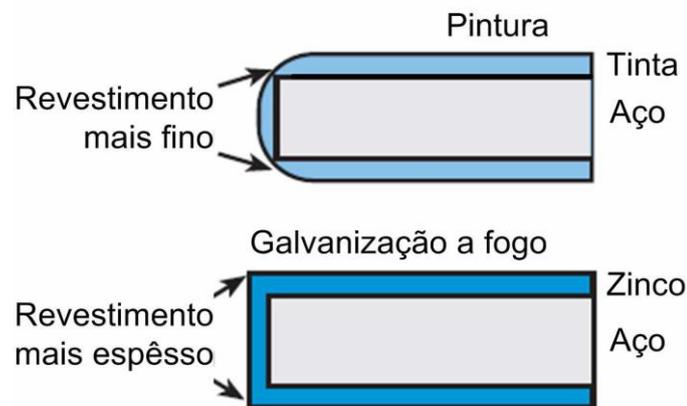
<sup>11</sup> ISO 1461:1999 , retirado do artigo “Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods”, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland

<sup>12</sup> Especialista em Engenharia de Proteção Estrutural da Gerdau acominas S.A.

abrasivo (em geral, de acordo com a Norma ISO 8501-1<sup>13</sup>, em grau Sa 2 ½, ou superior) e inspecionadas.

Adicionalmente, a aplicação de revestimentos orgânicos é limitada em termos das condições ambientais e umidade relativa na época da aplicação. Isso adiciona custo na aplicação de um sistema de pintura robusto, conforme ilustrado na figura 6.3 a seguir:

FIGURA 6.3 - Os revestimentos orgânicos – as tintas apresentam, de modo geral, menor espessura nos cantos-vivos, devido à tensão superficial.



Fonte: PANNONI (2011)

- **Adesão:** O revestimento obtido, através da galvanização a fogo, está ligado metalurgicamente, ao substrato de aço.

- **Contaminação ambiental:** O revestimento não é tóxico e não contém substâncias voláteis.

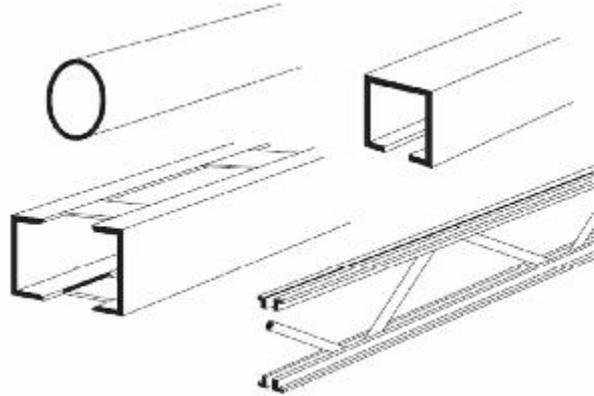
- **Velocidade na aplicação do revestimento:** Um revestimento protetor é aplicado em minutos. Um sistema de pintura tradicional pode levar vários dias. A aplicação do revestimento galvanizado não depende das condições do tempo.

- **Proteção uniforme:** Todas as superfícies de um componente galvanizado a fogo são protegidas tanto internamente quanto externamente,

<sup>13</sup> ISO 8501-1:1988 “Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness – Part1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings”, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.

incluindo rebaixos, cantos-vivos e áreas inacessíveis à aplicação de outros métodos de revestimento. A Figura 6.4 ilustra este conceito.

FIGURA 6.4 - Exemplos de componentes estruturais que apresentam dificuldade de acesso à limpeza mecânica.



Fonte: PANNONI (2011)

- **Proteção de sacrifício em áreas danificadas:** Como dito anteriormente, o revestimento de sacrifício fornece proteção catódica às pequenas áreas de aço expostas à atmosfera, como poros e riscos. Diferentemente dos revestimentos orgânicos, pequenas áreas danificadas não necessitam de retoques; a corrosão sob o revestimento não é possível quando se utilizam *revestimentos de sacrifício*<sup>14</sup>.

### 6.2.3 - Limitações da galvanização a quente

- Só pode ser feita em uma unidade industrial, a galvanizadora;
- A coloração do zinco somente pode ser alterada mediante a pintura;

<sup>14</sup> Revestimentos de sacrifício podem ser laminações por metais que apresentam alto potencial padrão de oxidação, protegendo assim o substrato da corrosão ou aplicações de tintas que tenham em suas formulações metais como chumbo e o cromo que desempenharão esta proteção galvânica.

- As dimensões da cuba de zinco líquido limita as dimensões dos componentes que podem ser inseridos;
- A alta temperatura do banho de zinco líquido pode causar distorções em certos componentes de grandes dimensões e que apresentem pequena espessura, como o empenamento de perfis I, H ou U;
- A soldagem de componentes de aço galvanizados a quente pode necessitar de procedimentos diferentes daqueles desmandados por componentes de aço não revestidos;
- Há uma perda da camada galvanizada durante o processo de soldagem que deve ser recoberta através da utilização de tintas ricas em zinco.

#### **6.2.4 - Preparação das peças galvanizadas a quente**

O processo de galvanização só ocorrerá em uma superfície quimicamente limpa.

O segredo para a qualidade do revestimento metálico reside no preparo de uma superfície que esteja livre de graxa, sujeira, carepa, incrustações e ferrugem antes do processo de galvanização. Essas contaminações são removidas por meio de uma série de processos. A prática mais comum, segundo o ICZ (2012), é a retirada da graxa (desengraxe) utilizando solução alcalina a quente, à base de carbonatos, silicatos, hidróxidos, fosfatos, detergentes e outros. Em seguida a peça é lavada em água fria (enxague) e imersa em uma solução de ácido muriático (HCl) nas concentrações de 6 a 12% à temperatura ambiente.

Na fase chamada de decapagem, ocorre a remoção da oxidação e as incrustações provocadas pela usinagem da peça, ilustrada pela figura 6.5.

FIGURA 6.5 - Imersão da peça em solução ácida (decapagem)



Fonte: [www.icz.org.br](http://www.icz.org.br)

Os resíduos de soldagem, tintas e graxas pesadas são removidos nessas etapas de limpeza antes do componente ser enviado para a cuba de galvanização.

Conforme PANNONI (2012), “após a etapa de enxágue, os componentes de aço ou ferro são imersos em uma solução de fluxo (fluxagem) composta geralmente por uma solução fluxante composta por sais duplos de cloretos de zinco-amônio ( $ZnCl_2$  e  $NH_4Cl$ ) cujas concentrações podem variar entre 5 a 30%, dependendo do tipo de peça metálica a ser tratada, em temperaturas entre  $65^{\circ}C$  a  $80^{\circ}C$ ”, ilustrado pela figura 6.6 a seguir:

FIGURA 6.6 - Fluxagem de uma peça



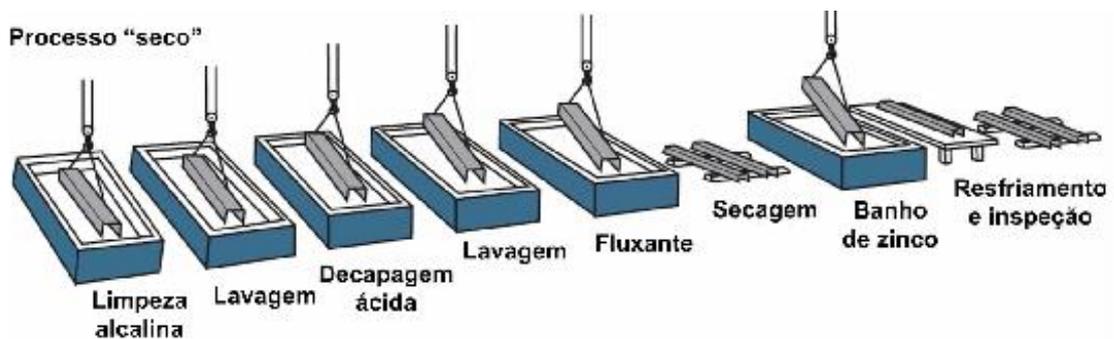
Fonte: [www.icz.org.br](http://www.icz.org.br)

Uma parte da solução fluxante será consumida na dissolução e escorificação dos resíduos remanescentes da fase de lavagem após a decapagem ácida, e outra parte vai exercer a função de mordente<sup>15</sup>, isto é, proporcionará à peça um excelente molhamento pelo zinco fundido.

A grande vantagem de utilização de fluxos baseados em cloretos duplos de zinco e amônio é a redução marcante na formação de borras e a melhora considerável na qualidade do acabamento da peça.

Após a fluxagem temos a secagem ao ar, chamado processo seco, ilustrado pela figura 6.7:

FIGURA 6.7- Processo seco

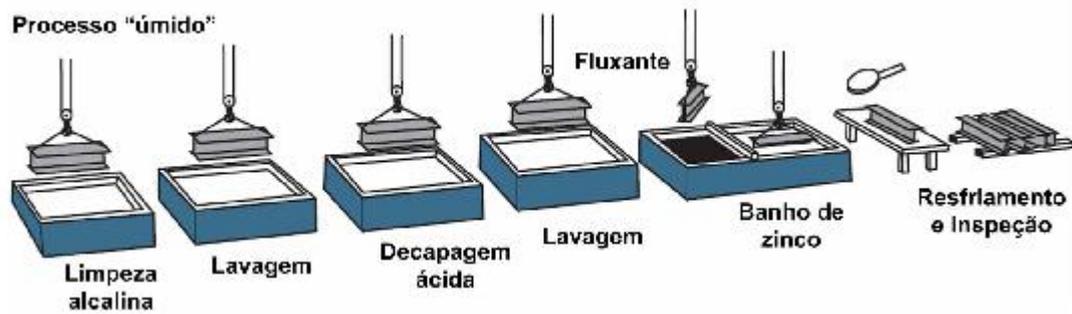


Fonte: [www.icz.org.br](http://www.icz.org.br)

Algumas galvanizadoras operam com um “colchão” de fluxante líquido sobre o banho de zinco comumente chamado indevidamente de processo úmido, ilustrado na figura 6.8.

<sup>15</sup> Mordente: agente decapante de superfícies metálicas; limpa e melhora a aderência do revestimento que será aplicado na peça.

FIGURA 6.8 - Processo úmido da galvanização a quente

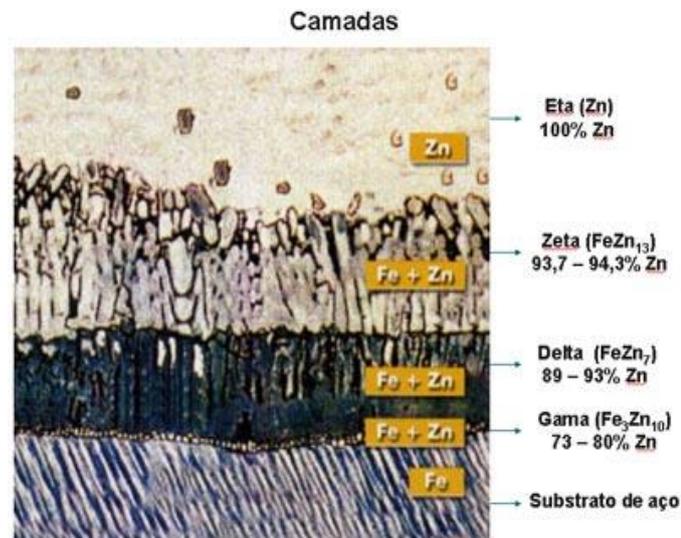


Fonte: [www.icz.org.br](http://www.icz.org.br)

### 6.2.5 - Explicação Físico-químico-metalúrgica da galvanização a quente

Durante a imersão do componente no zinco fundido, ocorre uma reação metalúrgica com formação de camadas de intermetálicos, isto é, compostos formados por ferro e zinco, cuja composição centesimal varia conforme a sua espessura, sendo a camada mais externa sendo constituída praticamente por zinco puro (PANNONI, 2011). A figura 6.9 mostra o aço baixo-carbono revestido por zinco fundido, sem nenhum outro elemento de adição, obtendo-se assim um revestimento formado por quatro camadas intermetálicas.

FIGURA 6.9 - Camadas de intermetálicos.



Fonte: [www.icz.org.br](http://www.icz.org.br)

As espessuras do revestimento de zinco são determinadas pelas espessuras do substrato de aço. A padronização da qualidade do revestimento está ligada às condições operacionais uniformes do processo, que levam à constância na espessura dos revestimentos obtidos nos componentes. A tabela 6.1, retirada da Norma ISO 1461<sup>16</sup>, ilustra esta relação.

<sup>16</sup>BS EN ISO 1461:1999 “Especificações e métodos de teste para revestimentos galvanizados por imersão à quente sobre artigos de aço e ferro galvanizados” Genebra, Suíça. Esta norma é utilizada na galvanização de produtos que contenham roscas (p.ex., parafusos) e outros componentes de pequenas dimensões.

TABELA 6.1 - Norma ISO 1461

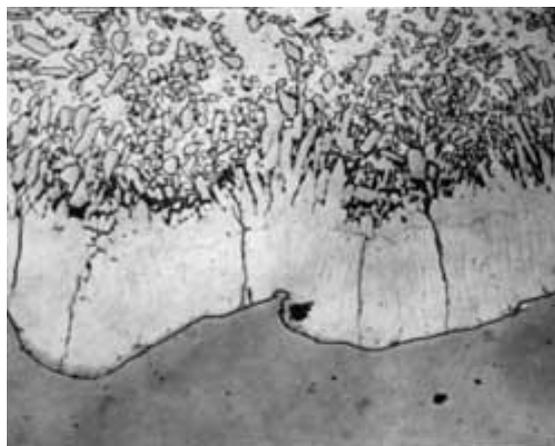
| Espessura do metal base | Massa média, mínima, do revestimento, g/m <sup>2</sup> | Espessura do revestimento, μm |
|-------------------------|--|-------------------------------|
| ≥5mm                    | 610  | 85                            |
| ≥2 <5mm                 | 460  | 65                            |
| ≥1 <2mm                 | 335  | 47                            |
| Ferros fundidos         | 610  | 85                            |
| Itens centrifugados     | 305  | 43                            |

Fonte: PANNONI (2011)

Quando se deseja aumentar a espessura do revestimento de um componente galvanizado, o meio mais comum segundo PANNONI (2011) é aumentar a rugosidade superficial da estrutura metálica com um jateamento abrasivo, padrão comercial (Sa 2) com partículas angulares de aço de tamanho G24. Isso aumenta a área de contato do revestimento de zinco em até 50%.

O jateamento poderá ser feito em qualquer componente metálico que apresente uma espessura suficiente para aguentar o jateamento sem ser danificado, sofrendo deformações. Isto é ilustrado na figura 6.10 a seguir:

FIGURA 6.10 - Microestrutura de camada espessa, obtida por jateamento abrasivo do aço anterior a galvanização.



Fonte: PANNONI (2011)

Conforme ZEMPULSKI citado em seu Dossiê Técnico sobre Galvanização eletrolítica:

Os aços galvanizados apresentam maior durabilidade com relação aos não submetidos a este tratamento, mas eles se comportam de maneira diferente em ambientes rurais, urbanos ou marítimos. A corrosão do zinco é de 10 a 50 vezes menor que no aço em áreas industriais e rurais, e de 50 a 350 vezes em áreas marinhas. O gás carbônico (CO<sub>2</sub>) das regiões rurais provoca a formação do carbonato de zinco e o desgaste é maior em regiões industriais e litorâneas devido à presença de névoa salina e óxidos de enxofre (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>), cujos produtos de corrosão são mais solúveis que o carbonato de zinco (SBRT, p.4, 2007).

### **6.3 - Galvanização eletrolítica ou galvanização por imersão a frio**

Segundo ZEMPULSKI (2007) nesse processo, por imersão a frio, “o zinco é eletroliticamente depositado no metal base formando uma camada homogênea, fina e muito aderente, que não influi nas propriedades mecânicas do material, a partir de uma solução na qual estão dissolvidos sais do metal que se deseja depositar (SBRT, p.8, 2007<sup>17</sup>)”.

A galvanização a frio ou galvanização eletrolítica nada mais é do que a deposição do zinco em um componente de aço ou ferro através de corrente elétrica contínua (eletrólise aquosa). Essa corrente é transformada através da corrente alternada com o uso de retificadores separando-a em duas partes, uma positiva chamada cátodo e a outra negativa chamada ânodo. No ânodo colocamos o zinco, que por sua vez se diluirá em uma solução eletrolítica e será conduzido até o material que estará em contato com o cátodo.

O processo eletrolítico do revestimento de superfícies metálicas através da galvanização por imersão a frio ou eletrogalvanização, permite uma cobertura mais homogênea do componente a ser galvanizado. Nesse processo de galvanoplastia o controle da espessura do revestimento depende de fatores como

---

<sup>17</sup>Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTM0>. Acesso em 13/01/2015.

a velocidade com que a peça passa pelo banho eletrolítico, a temperatura do forno do metal de revestimento, e da aplicação de um jato de nitrogênio ao final do processo.

O processo de corrosão dos metais está, diretamente, relacionado com o potencial de oxidação de eletrodo dos metais envolvidos no processo de galvanização (SBRT - ZEMPULSKI, 2007). O potencial de oxidação é a tensão gerada no material em relação a um eletrodo neutro de referência. No quadro 6.1, apresentado a seguir, são indicados os potenciais-padrão de redução de alguns metais a 25 °C.

QUADRO 6.1 – Potenciais Padrão de Redução

| Semi-reação de redução   | Potenciais-Padrão de Eletrodo a 25 °C |
|--|---------------------------------------|
| $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}^0(\text{s}) + 3 \text{e}^-$ | - 1,66 V                              |
| $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^0(\text{s}) + 2 \text{e}^-$ | - 0,76 V                              |
| $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^0(\text{s}) + 2 \text{e}^-$ | - 0,44 V                              |
| $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^0(\text{s}) + 2 \text{e}^-$ | - 0,34 V                              |
| $\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}^0(\text{s}) + 1 \text{e}^-$    | +0, 80 V                              |
| $\text{Au}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Au}^0(\text{s}) + 3 \text{e}^-$ | + 1,50 V                              |

Fonte: Adaptado de BROWN (2009)

Conforme ZEMPULSKI (2007), o revestimento por galvanização eletrolítica não apresenta ligas intermetálicas, constituído apenas por zinco puro. Esta operação é adequada a um produto que precise sofrer conformação posterior, requer um acabamento brilhante, decorativo, além de uma boa proteção contra a corrosão e aderência de tinta (figura 6.11).

FIGURA 6.11- Diferentes acabamentos possíveis na zincagem eletrolítica



Fonte: MAGNUM<sup>18</sup>

Conforme a corrente utilizada e o tempo de imersão do banho eletrolítico, o revestimento por zinco pode apresentar uma espessura de 8 a 20 mm, ou seja uma quantidade por metro quadrado de 57 a 143 gramas de zinco metálico puro.

Da mesma forma que no processo por galvanização a quente, as dimensões das peças estão limitadas pelo tamanho das cubas eletrolíticas.

### 6.3.1 - Vantagens da galvanização a frio

Podem ser usados diferentes metais para o revestimento de uma peça por eletrólise além do zinco. Ao processo de revestimento por cromo, dá-se o nome de “cromeação” ou “cromação”; se o revestimento for de níquel, dá-se o nome de “niquelagem” ou “niquelação”. Quando o revestimento de finas lâminas de aço é feito por estanho temos como produto as chamada “folhas de Flandres”. Estas folhas são muito utilizadas na fabricação de latas para armazenar diversos produtos como conservas, óleos e etc. O estanho é utilizado para esta aplicação porque é um metal que apresenta maior resistência à

---

<sup>18</sup>MAGNUM– Tratamento de superfícies. Disponível <http://www.magnum.ind.br/site/index.php?secao=344>. Acesso em: 13/01/2015.

oxidação em contato com a água, geralmente presente nestes produtos. Segundo ZEMPULSKI (2007), as principais vantagens desse processo são citadas abaixo:

- **Custo competitivo e menor custo de manutenção:** A galvanização eletrolítica apresenta a vantagem de baixo custo competitivo inicial e menor custo de manutenção, dos componentes de ferro fundido e aço expostos a corrosão atmosférica.

- **Durabilidade dos componentes:** A durabilidade dos componentes galvanizados por esse processo são diretamente proporcional à sua espessura de revestimento e inversamente proporcional ao ambiente que serão expostos. Geralmente os revestimentos galvanizados por imersão a frio apresentam um tempo de atuação contra a corrosão de 10 anos para um ambiente industrial urbano, 20 anos para as estruturas que ficam expostas ao ambiente de uma orla marítima e 25 anos ou mais para as encontradas em áreas rurais.

- **Rapidez do processo eletrolítico:** A vantagem se apresenta também na rapidez com que um componente é revestido por esse processo eletrolítico; minutos em comparação ao outro processo por via quente onde seriam necessárias horas ou dias. Uma vez que a peça foi devidamente galvanizada, ela está pronta para ser utilizada, apresentando uma superfície lisa e brilhante.

- **Inalterabilidade das propriedades da peça:** Na peça galvanizada por processo eletrolítico, o revestimento de zinco não se adere metalurgicamente ao substrato de aço formando camadas intermetálicas de Fe – Zn e Zn, como no processo por galvanização a quente e não há necessidade de ser tratada a temperaturas elevadas, não alterando assim sua estrutura granular.

- **Versatilidade de aplicação do processo eletrolítico:** O revestimento de zinco pode ser aplicado a uma grande variedade de peças, protegendo através da sua proteção catódica desde parafusos e porcas a grandes chapas e estruturas de aço.

- **Grande resistência mecânica:** O produto galvanizado apresenta grande resistência a avarias mecânicas devido a manipulação, transporte, estocagem e instalação, evitando assim retoques durante estas operações.

- **Proteção completa da peça:** Todas as superfícies internas, externas, bordas, cantos vivos e fendas mantém a espessura do revestimento, o que não é apresentado em outros processos. O revestimento sofre uma corrosão ambiental mínima chamada passivação<sup>19</sup>.

Quando esse revestimento é riscado, os sulcos formados são preenchidos por compostos de zinco (óxidos e hidróxidos de zinco) formados pelos componentes existentes na corrosão atmosférica, impedindo assim a prorrogação da corrosão na peça.

- **Confiabilidade e facilidade de inspeção:** O revestimento produzido é uniforme, previsível de fácil inspeção através de equipamentos magnéticos ou por testes não destrutivos.

### **6.3.2- Limitações da galvanização a frio**

As dimensões das peças que serão galvanizadas a frio assim como a galvanização a quente apresentam uma limitação provocada pelo tamanho das cubas de imersão, exemplificada pela figura 6.12 abaixo:

---

<sup>19</sup>Passivação é o processo de tornar um material (metal ou liga) menos corrosivo em relação a outro antes de utilizar estes materiais em conjunto, em decorrência da presença de um filme passivo (natural ou artificial). Seu efeito protetor dá-se pela modificação do potencial de um eletrodo no sentido de diminuir a atividade (torná-lo mais catódico ou mais nobre) devido à formação de uma película, geralmente produto de corrosão (ZEPULMSKI, 2008). Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjk4>. Acesso em 25 jan. 2015.

FIGURA 6.12 – Exemplo de banho eletrolítico manual e respectivo produto final



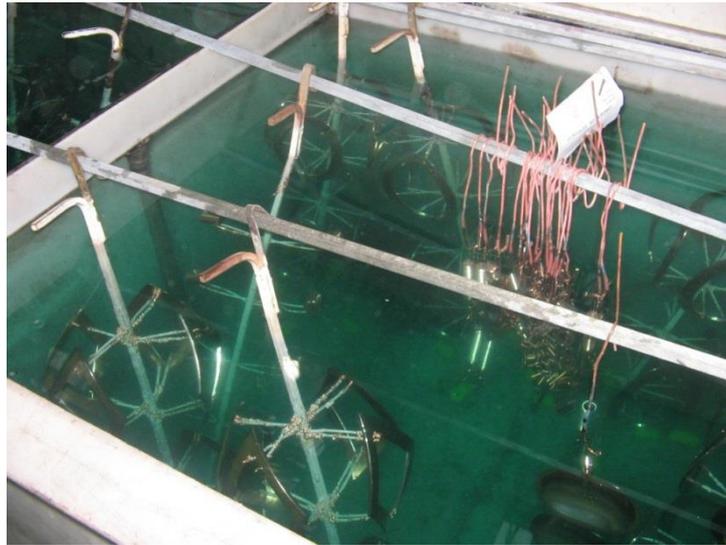
Fonte: [www.galvoata.com.br](http://www.galvoata.com.br)

### 6.3.3 - Preparo das peças galvanizadas a frio

Idêntico ao processo de galvanização a quente, o primeiro procedimento de preparo das peças que serão galvanizadas a frio consiste na limpeza do substrato de aço.

Para que a peça metálica apresente um acabamento perfeito, é necessário que toda a sua superfície esteja isenta de graxas, óleos, ferrugens, resíduos de solda ou tintas. Nesse processo de limpeza, segundo PIVELI, as peças são submetidas à várias etapas de desengraxamento e/ou decapagem, intercaladas por enxágues com água corrente com pH controlado, a fim de que as camadas galvânicas possam, ser perfeitamente depositadas. A seguir na figura 6.13 é representado um tanque de lavagens das peças.

FIGURA 6.13 – Tanque de lavagens das peças.



Fonte: Indústria Metalúrgica São João

Esquemáticamente tem-se: limpeza mecânica; desengraxe; decapagem ácida; enxague; zincagem; enxague; passivação; enxague; secagem e acabamento.

Segundo PIVELI (2007):

Após cada um dos estágios químicos ou eletrolíticos, um pouco do líquido permanecerá sobre a peça, da qual precisa ser removido, para não afetar as etapas subsequentes do processamento. Utiliza-se a lavagem com água para tal finalidade e, em alguns casos quando se trata de líquidos com reações diferentes, emprega-se a neutralização, sempre com o objetivo de se evitar contaminar as soluções das diversas etapas do processamento, que poderia levar a produção de peças com baixa qualidade no revestimento metálico.

No desengraxe da peça metálica, todas as substâncias orgânicas existentes na superfície do metal base são removidas, pois essas substâncias prejudicam a próxima etapa feita pelos ácidos na decapagem. Se esta etapa não for bem sucedida vai comprometer a fixação do zinco ao substrato metálico.

Para tanto, são feitas imersões em cubas com soluções alcalinas (a quente e a frio) com adição de solventes orgânicos, que promovem a total remoção dos resíduos de graxa ou óleo.

A decapagem ácida pode ser feita através de uma solução aquosa de ácido sulfúrico de 7,5% a 15% de  $H_2SO_4$  a quente, numa temperatura de 70 a

90°C ou usando uma solução aquosa de ácido clorídrico de 15% a 17% de HCl à temperatura ambiente.

Conforme ZEMPULSKI (2007):

Tanto numa decapagem como noutra, procura-se manter as concentrações das soluções acima de um determinado mínimo e, a escolha pelo uso de cada solução está relacionada a fatores de ordem técnica e/ou econômica. Essas decapagens químicas podem ser substituídas por uma decapagem mecânica, isto é, usando um jateamento abrasivo de areia ou partículas de aço. O jato abrasivo, também, pode ser utilizado para limpar a peça antes da etapa do desengraxe, removendo todos os salpicos de solda, ferrugem, carepas ou tinta, deixando a superfície áspera para o revestimento.

Após as primeiras etapas de preparação das peças metálicas, temos na sequência a zincagem, que conforme ZEMPULSKI (2007), consiste na imersão das peças em uma cuba contendo soluções aquosas de sais de zinco, onde uma corrente contínua provoca uma reação de oxirredução reduzindo o zinco e formando o revestimento de proteção catódico.

Em seguida, com o objetivo de melhor aderência do revestimento a fim de formar uma capa protetora de zinco, prossegue-se a etapa de passivação usando-se soluções cromatizantes a base de ácido crômico e bicromato.

Essa passivação forma películas uniformes nas peças, de colorações azul, amarela, castanha ou verde, conforme o tipo de substrato e da espessura produzida. Essa película passivadora oferece, também, uma proteção anticorrosiva e uma melhor aderência aos revestimentos orgânicos (ZEMPULSKI, 2007).

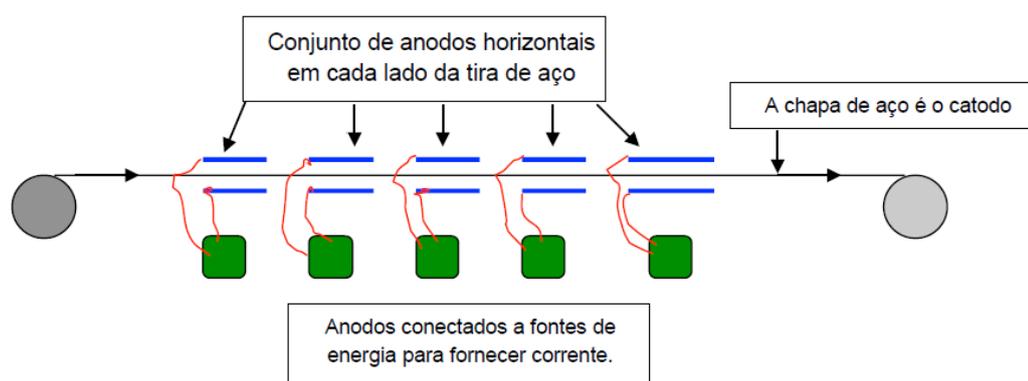
Por fim, conforme citado por ZEMPULSKI (2007), temos a etapa do acabamento onde se usam abrilhantadores, umectantes e outros produtos que funcionam como aditivos, refinando os cristais de zinco depositados, aumentando a qualidade do revestimento.

### 6.3.4 - Explicação físico-químico-metalúrgica da galvanização a frio

Segundo ZEMPULSKI (2007), “na galvanização eletrolítica a corrente elétrica contínua é uma matéria-prima do processo. Esta corrente contínua é convertida com o uso de retificadores através da corrente alternada proveniente da rede de distribuição elétrica”. Portanto acontecerá uma reação forçada de oxirredução chamada de Eletrólise Ativa<sup>20</sup>, onde o ânodo (polo positivo) será o zinco, que fornecerá os cátions para a solução eletrolítica e o cátodo (polo negativo) será o substrato de aço, que reduzirá os cátions zinco bivalentes ( $Zn^{2+}$ ) a zinco metálico ( $Zn^0$ ) que se deposita sobre a superfície da peça.

Esse processo de galvanoplastia pode ser estendido a outras peças maiores como chapas de aço com larguras de 1800 mm de forma contínua e a altas velocidades, através de uma série de células de galvanização alinhadas em sequência, ilustrada na figura 6.14 abaixo:

FIGURA 6.14 – Esquema de um processo contínua de eletro galvanização



Fonte: Galvinfo (2011)

<sup>20</sup> Quando os eletrodos são parte da reação eletrolítica, temos a eletrólise ativa. A eletrólise ativa é usada para banhar materiais para fornecer resistência à corrosão. BROWN, Lawrence S; HOLME, Thomas A. Química Geral Aplicada à Engenharia. São Paulo: Cengage Learning, 2009, p. 547.

São conectados a cada conjunto ânodo/cátodo a uma fonte de energia contínua e adicionado cilindros e motores necessários para o transporte das chapas em cada célula eletrolítica. Há uma imensa variedade de disposição de ânodos utilizados neste processo. Uns são horizontais, outros verticais e outros, ainda, são radiais, onde as peças de aço são colocadas em um cilindro com grande diâmetro e mergulhados em uma solução galvanizadora.

## 6.4 - Galvanização por fosfatização

A corrosão galvânica ocorre devido às diferenças de potenciais de oxidação existente entre os metais das peças ou substratos de aço, como por exemplo, em pontos de soldas, conexões ou, simplesmente, devido ao contato ou diferenças superficiais no mesmo metal.

Conforme COSTA (2009) apud WEST, “no processo de fosfatização, o metal sofre um tratamento químico de oxidação que produz uma camada de produto de corrosão, fosfato de metal, com espessura da ordem de 2  $\mu\text{m}$ , e esta camada apresenta resistência à continuação da corrosão”.

Portanto, faz-se necessário isolar o metal propício a sofrer corrosão do meio que o cerca. A aplicação de revestimentos não-metálica inorgânica seguida de pintura mostrou-se, extremamente eficaz no combate a este processo espontâneo de oxirredução.

Segundo ZEMPULSKI (2007):

A fosfatização é um processo de proteção de metais, que consiste em recobrir por aspersão ou imersão, peças metálicas com fosfatos neutros ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e monofosfatos [ $\text{H}(\text{PO}_4^{3-})$ ], de zinco, ferro e manganês. Como os fosfatos desses elementos são pouco solúveis em água, depositam-se sobre a superfície metálica, sob a forma de fina camada de cristais. A velocidade de deposição, o retículo e a forma do revestimento dependem da germinação e crescimento dos cristais.

Segundo GENTIL (1996), o hidrogênio produzido no processo é reduzido à água pela ação dos agentes oxidantes, como nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) e/ou íons de cobre bivalente ( $\text{Cu}^{2+}$ ). Esses oxidantes podem ser adicionados, em teores de

cerca de 0,1 mol/kg sendo conhecidos como aceleradores que evitam a formação de uma aderência gasosa na superfície metálica e aceleram o processo do revestimento (ZEMPULSKI, 2007). A deposição de cristais de fosfato exige que as peças estejam perfeitamente limpas, isentas de óleos ou de óxidos.

#### **6.4.1-Vantagens da fosfatização**

Segundo ZEMPULSKI (2007):

A fosfatização apresenta as seguintes vantagens: baixa porosidade; alto poder isolante, impedindo a propagação de *correntes galvânicas*<sup>21</sup> (causas desta forma de corrosão); grande aderência para óleos e tintas; baixo custo de aplicação; resistência à corrosão; preserva as propriedades mecânicas e magnéticas e evita o alastramento da ferrugem para áreas em que a pintura foi destruída. Este revestimento geralmente tem cor cinza escuro, apresenta uma grande resistência elétrica e oferece uma excelente preparação para a pintura.

Os componentes fosfatizados não alteram suas propriedades magnéticas, e quando o metal-base passa por extrusão ou trefilação, o revestimento faz com que o material deslize facilmente, diminuindo o atrito, melhorando o acabamento final e o vida útil da ferramenta.

#### **6.4.2-Limitações da fosfatização**

As camadas de fosfato isoladamente não oferecem proteção efetiva à corrosão, mas aumentam sua resistência quando associada a revestimentos de tinta. Esse procedimento aumenta a porosidade e área específica de superfície tratada, aumentando a interação entre as interfaces do substrato/camada de fosfato/tinta (COSTA, 2009).

Neste processo devemos controlar minuciosamente a composição da concentração da solução, pois se a mesma estiver muito ácida, vai causar um

---

<sup>21</sup> Corrente Galvânica é a corrente provocada pela diferença de potencial de eletrodo existente entre dois metais quando estabelecem um contato.

ataque intenso do metal, e se as soluções forem alcalinas, teremos a formação de lama.

### **6.4.3 - Preparo das peças fosfatizadas**

Segundo COSTA (2009) “as peças devem apresentar suas superfícies completamente limpas, isentas de graxas e óleos”. Após os banhos de desengraxe (utilizando soluções alcalinas, como NaOH e KOH) e de decapagem (usando soluções ácidas, como HCl e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), as peças são lavadas com água corrente, de modo que os álcalis neutralizem o ácido do decapante. A lavagem após o banho ácido impede que o banho fosfatizante tenha aumentada a sua acidez livre, passando então, a funcionar como decapante, uma vez que essa solução apresenta caráter anfótero, com altas taxas de corrosão para meios ácidos e muitos alcalinos (pH entre 7 e 12) e baixa taxa de corrosão à temperaturas ambientes.

A etapa seguinte é a fosfatização que “caracteriza o processo, recobrando a superfície de fosfatos monoácidos e neutros de zinco, ferro ou manganês. Isso aumenta a porosidade das peças metálicas, favorecendo a aderência de tintas e conseqüentemente a resistência das superfícies à corrosão (ZEMPULSKI, p.15, 2007)”.

Na sequência temos a passivação ou selagem das peças com a finalidade é melhorar a aparência e obter maior resistência à corrosão. Para esta etapa é utilizado como passivador o anidrido crômico (CrO<sub>3</sub> de concentração 0,01% em média). Temos, ainda um nivelamento dos cristais de fosfato, que preenche os poros e apassiva a superfície das peças expostas, aumentando a proteção do revestimento.

Por último têm-se as etapas de secagem e proteção final. A secagem deve ser efetuada em estufas a uma temperatura de 60 a 80°C, por 5 a 10 minutos e a proteção final através da pintura das peças com tinta.

#### 6.4.4 - Explicação físico-químico-metalúrgica da fosfatização

Os cristais são formados a partir dos germes ou núcleos de germinação, que vão se depositando na superfície dos substratos. Após a nucleação surge uma fase de crescimento onde as diferentes faces dos cristais vão crescer devido à atração eletrostática existente entre os íons do fosfatizante com a vizinhança dos núcleos.

Se os cristais depositados forem muitos por unidade de área, darão origem a um agregado microcristalino com cristais finos e massa de camada fraca, que oferece boa textura para pintura. Isso pode ser obtido através de um segundo enxágue da peça, após a decapagem convencional, adicionando-se pequenas quantidades de sais de titânio levemente alcalinos.

Segundo ZEMPULSKI (2007), “esse tipo de tratamento sensibilizante controla o crescimento dos cristais de fosfato de zinco e atua como gerador de uma rede de centros de nucleação, onde tem início a formação de minúsculos grãos, fortemente aderentes e resistentes à corrosão”. Ainda nas palavras de ZEMPULSKI, “por outro lado, caso os germes forem pouco numerosos, os cristais poderão desenvolver-se sem interações significativas, originando cristais grandes e conduzindo a uma massa de camada elevada”.

Conforme ZEMPULSKI (2007):

Os fosfatos cristalinos que mais frequentemente se formam nas operações de fosfatação são a vivianite, usualmente referida como fosfatização ao ferro, e a hopeíte, fosfatização ao zinco. A primeira, cuja molécula é  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  cristaliza por ligação dos tetraedros  $\text{PO}_4$  com octaedros  $\text{FeO}_2(\text{H}_2\text{O})_4$ , por partilha de átomos de oxigênio. Estes cristais são caracterizados como minerais metálicos, pois comportam estruturas iônicas, covalentes, e ligações de hidrogênio. Em cristais de hopeíte, de fórmula  $\text{Zn}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , quatro moléculas de água são comportadas por malha.

No quadro 6.2 seguir, apresentam-se os principais compostos encontrados nos revestimentos fosfatizados.

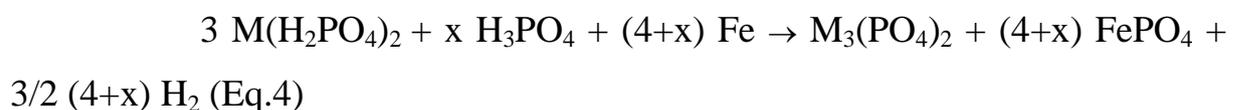
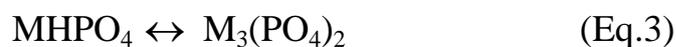
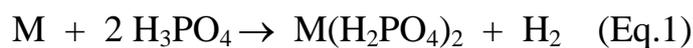
QUADRO 6.2 - Principais componentes dos revestimentos por fosfatização

| Nome do Componente  | Fórmula Química  |
|---------------------|--|
| Vivianite           | $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$           |
| Ferro-hureaulite    | $\text{Fe}_5\text{H}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ |
| Strengite           | $\text{FePO}_4$  |
| Hopeíte             | $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$           |
| Fosfofilite         | $\text{Zn}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  |
| Scholzite           | $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  |
| Fosfonicolite       | $\text{Zn}_2\text{Ni}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  |
| Fosfomangalite      | $\text{Zn}_2\text{Mn}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  |
| Manganês-hureaulite | $\text{Mn}_5\text{H}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ |
| Sulfato de Alumínio | $\text{AlPO}_4$  |

Fonte: HANDBOOK<sup>22</sup>

Conforme as peças são submersas no banho fosfatizante, o ácido fosfórico da solução ataca o metal base liberando gás hidrogênio. Então, ácido é neutralizado e o pH da solução, juntamente com as concentrações de íons metálicos aumentam.

Abaixo segue as possíveis reações<sup>23</sup> que ocorrem entre o substrato e a solução fosfatizante, onde M representa um metal que pode ser ferro (Fe), Zinco (Zn) ou Manganês (Mn):



<sup>22</sup> ASM HANDBOOK. Phosphate Conversion Coatings. Corrosion. ASM International, The Materials Information Society. v.13.

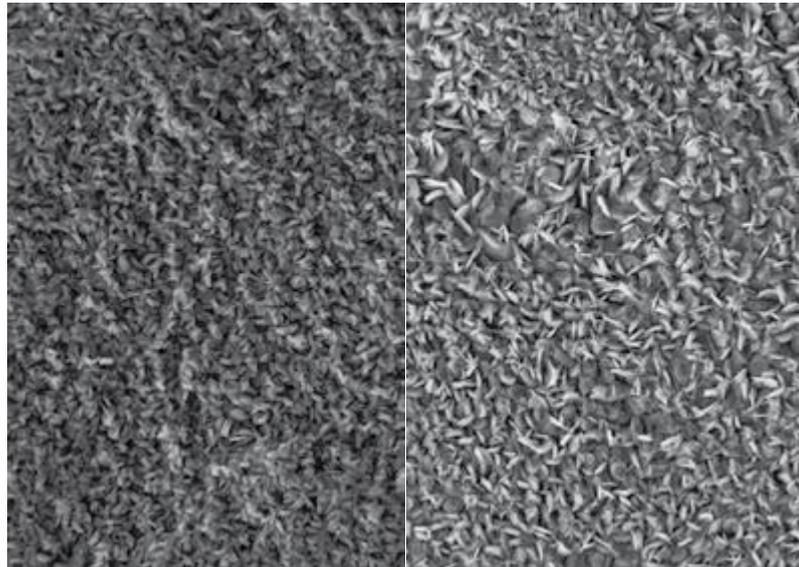
<sup>23</sup> VEGAL NORDESTE. Processo de fosfatização. Disponível em <http://www.vegal.com.br>. Acesso em: 24 jan. 2015.

A explicação do mecanismo das reações segundo ZEMPULSKI (2007) é a seguinte:

Inicialmente o ácido fosfórico atua como agente corrosivo, formando o fosfato primário do metal (solúvel) (Eq.1). Os Fosfatos secundários e terciários (insolúveis) formados segundo as reações de equilíbrio reacional podem se depositar sobre a superfície metálica (Eq.2 e 3). Portanto, a partir de uma solução contendo um fosfato primário obtém-se a formação de fosfatos com liberação de hidrogênio (Eq.4).

O revestimento final, a aderência dos cristais (vide figura 6.15) ao substrato depende do pH entre a interface metal base/solução fosfatizante, pois está diretamente relacionada à disponibilidade dos íons  $H^+$  dissolvidos.

FIGURA 6.15 - Revestimentos de cristais ao substrato de aço



Fonte: Tecnol. Metal. Mater. Miner., São Paulo, v. 6, n. 4, p. 245-251, abr.-jun.

2010.

Quando o processo de fosfatização é estagnado devido ao aumento progressivo da concentração de íons  $Fe^{2+}$ , é necessária a utilização de substâncias oxidantes que vão remover o excesso de íons de ferro da solução através da precipitação do fosfato de ferro III ( $FePO_4$ ), um composto insolúvel e responsável pela lama produzida no banho fosfatizante.

## **7- Nas Indústrias de Marília e região**

A seguir apresentamos as três empresas de Marília e região onde foram realizadas as visitas técnicas. Essas empresas tem como conduta de transparência, acolher, sempre que possível, os alunos da Instituição pesquisada interessados em conhecer suas instalações e seus processos de produção. Isto porque a Instituição tem como um de seus objetivos, atender as demandas do mercado de trabalho de Marília e região.

### **7.1- Máquinas Agrícolas Jacto S/A**

#### **Apresentação da Empresa**

FIGURA 7.1- Imagem aérea da Empresa



Fonte: Grupo Jacto

#### **Dados cadastrais**

A empresa Jacto, Razão Social Máquinas Agrícolas Jacto S.A, inscrita com o CNPJ 55.064.562/0001-90, localiza-se na cidade de Pompéia estado de São Paulo, na Rua Dr. Luiz Miranda 1700, centro, CEP: 17580000, telefone: (14) 3405-2100, site:[www.jacto.com.br](http://www.jacto.com.br), produzindo e exportando

máquinas agrícolas, pulverizadores automotrizes, pulverizadores costais manuais e motorizados e colhedoras de café.

## **Histórico da Empresa**

Conta a história que há mil anos o Japão era governado pela Monarquia, representada pelo Imperador, e que em 1185 surgiram os samurais, guerreiros que formavam a guarda da corte. Nossos antepassados falam que nessa época houve uma grande Guerra civil e os samurais tomaram o poder, quando implantaram no Japão um governo militar, o Xogunato.

Séculos se passaram, o país cresceu, formaram-se as cidades e o domínio dos samurais manteve-se, impedindo que os imperadores voltassem ao poder pleno. Porém, a partir de 1335 surgiu uma nova classe de senhores feudais, os Daimios, de base camponesa, que enfraqueceu o poder do Xogunato. Eles travaram por 10 anos, de 1467 a 1477, uma sangrenta Guerra civil, a Guerra Onin, quando os Xoguns foram derrotados. Mesmo assim, o Japão continuou sob conflitos armados e em todo esse período as maiores vítimas foram milhares de famílias camponesas.

Entre elas, a família Nishimura, que mesmo sem participar das disputas, constantemente tinha suas plantações devastadas pelas batalhas, que muitas vezes aconteciam em áreas de sua propriedade. Mas, quando tudo estava perdido o verde voltava a nascer através de milhares e milhares de pequenos trevos de três folhas. Era o sinal da terra para que a família continuasse perseverante. Por isso, há mais de cinco séculos o trevo tornou-se o símbolo e brasão dos Nishimura.

Nos campos, a destruição das guerras foi vencida definitivamente pelos camponeses. Nas cidades, a marca foi o grande crescimento. Mas, no século seguinte, por volta de 1930, o país passou por forte crise econômica. Um

dos filhos da família, Shunji Nishimura, decidiu então partir para o Brasil em busca de trabalho.

Antes, foi preparar-se na escola Hikkokai (que significa perseverança), onde se recebia informações básicas sobre o país desconhecido.

Em 1932, chegou ao Brasil e trouxe consigo o brasão da família. Aqui, com todas as diferenças culturais e de idiomas, trabalhou na colheita de café, foi garçom, mecânico e fundou uma pequena oficina onde colocou a otimista e esperançosa placa: "Conserta-se tudo".

Em 1948, conhecedor das necessidades de equipamentos que a agricultura brasileira carecia, Shunji Nishimura fundou a Jacto, onde começou produzindo de forma artesanal, as primeiras polvilhadeiras agrícolas do Brasil. Em 1960, sob autorização especial do Presidente Castelo Branco, vai para a Alemanha em busca de tecnologia em plásticos, para que seu produto pudesse acompanhar a evolução europeia e mundial.

No ano de 1966, lança o primeiro Pulverizador Costal Manual, fabricado no Brasil e com tanque plástico<sup>24</sup>. Em 1971, começa a reestruturar a sua empresa e cria os departamentos de Administração Geral, Engenharia, Comercial e Industrial.

Nos meados do ano 1979, lança a primeira Colheitadeira de Café do Mundo; sendo uma Automotriz<sup>25</sup> com tecnologia muito avançada para a época e com componentes produzidos no Brasil.

Em 1980, dá início a implantação do Sistema Japonês de administração<sup>26</sup> na empresa, que vem sofrendo atualizações até os dias de hoje.

Esse modesto negócio cresceu e transformou-se na “*Máquinas Agrícolas Jacto S.A*”, que hoje atua em mais de 108 países dos cinco continentes, e desde sua fundação, em 1948, o Grupo Jacto tem como símbolo o mesmo trevo: o das três folhas, que há mais de 500 anos simbolizam, junto com

---

<sup>24</sup> Até a data, o Brasil só produzia tanques em latão ou aço carbono.

<sup>25</sup> Máquina sob chassi e pneus, provida de motor próprio.

<sup>26</sup> Sistema baseado no Sistema Toyota de Produção.

os colaboradores e clientes, os caminhos da esperança, da confiança e, acima de tudo, da perseverança.

A empresa atualmente possui o sistema SAP ERP<sup>27</sup> implantado, que é um sistema de gestão empresarial que procura contemplar a empresa como um todo, dividido em módulos, onde cada módulo corresponde a uma área específica e cada programa é executado por meio de uma transação separadamente. Essa melhoria contínua contemplou a empresa com certificados de gestão da qualidade e meio ambiente, ISO 9001 e 14001 respectivamente. Esta empresa foi escolhida para a visita técnica, pois utiliza no fabrico de seus produtos os processos de galvanização a frio (via eletrolítica) e por fosfatização.

Abaixo na figura 7.2 são destacados os produtos desta renomada empresa:

FIGURA 7.2 – Produtos da Jacto Divisão Agrícola



Fonte: [www.jacto.com.br](http://www.jacto.com.br)

<sup>27</sup> SAP: Sistemas de Aplicações e Produtos em Processamento de Dados ; ERP: Enterprise Resource Planning.

## 7.2 - Sasazaki

### Apresentação da Empresa

FIGURA 7.3 – Imagem aérea da Empresa Sasazaki



Fonte: Sasazaki (2013)

### Dados cadastrais

A Sasazaki Indústria e Comércio LTDA, inscrita com o CNPJ 52.045.697/0001-10 e Inscrição Estadual 438.010.070.113 localiza-se em Marília estado de São Paulo, na Avenida Eugênio Coneglian, no 1060, bairro Distrito Industrial, CEP: 17512-900, telefone: (14) 3402-9922, email: info2@sasazaki.com.br e site: www.sasazaki.com.br, com o nome fantasia Sasazaki Portas e Janelas, produzindo e comercializando esquadrias de aço e alumínio.

### Histórico

A história da Sasazaki no Brasil começou a ser edificada em 1933 quando a família Sasazaki desembarcou em Santos (SP), vinda do Japão, juntamente com centenas de outros imigrantes – e instalou-se numa fazenda na região de Guaimbê – interior de São Paulo. Após dez anos de trabalho na agricultura, os irmãos Kosaku e Yusaburo trocaram Guaimbê por Marília/SP e

junto com o amigo Kyomassa Shibuya, começaram a fabricar lamparinas artesanais com folha de flandres recicladas.

A partir daí começaram a produzir equipamentos que aumentavam a eficiência dos agricultores em suas lavouras. Em 1958 Kosaku e Yusaburo, em conjunto com mais três irmãos, Yutaka, Hachiro e Tochimiti e mais o amigo Kyomassa Shibuya, formaram a Indústria e Comércio Sasazaki. Em alguns anos, a empresa deixou a fase manual para trás e lançou equipamentos agrícolas motorizados.

Por imposição dos fenômenos climáticos e sazonalidade da agricultura, a Sasazaki mudou os rumos da empresa, que deixou o desenvolvimento de soluções para o campo para se dedicar à atividade de esquadrias metálicas. O primeiro produto criado foi uma Janela Veneziana. Depois, vieram Janelas de Correr, Portas e complementos. O negócio de esquadrias ganhou vulto e a empresa começou a se destacar como a maior fabricante do seu segmento.

A Sasazaki é reconhecida pela liderança e qualidade de suas portas e janelas de aço e de alumínio e está entre as maiores e melhores indústrias do setor na América Latina. Desde o princípio, a Sasazaki fundamentou sua estratégia de crescimento na qualidade de seus produtos, no relacionamento e respeito com seus clientes e fornecedores, e na credibilidade de sua marca.

Ao longo de sua história, diversificou suas atividades. A partir de 1975, passou a atuar no segmento de construção civil, a princípio na fabricação de janelas e portas de aço. No ano 2000, ampliou seu mercado de atuação e ingressou no segmento de portas e janelas de alumínio.

Com altos investimentos em tecnologia e, fiel à sua postura de buscar soluções em processos e materiais, a Sasazaki apresenta produtos que visam suprir as necessidades de um mercado que se revigora e exige produtos tecnologicamente mais aperfeiçoados. Está entre as empresas que mais lançaram inovações na última década e foi a primeira indústria do setor de esquadrias

metálicas a obter a certificação ISO 9001, pelo seu Sistema de Gestão da Qualidade.

Atualmente, a Sasazaki conta com um parque industrial-tecnológico de 78 mil metros quadrados, recentemente modernizados para aumentar a eficiência de processos e a segurança dos trabalhadores. Os produtos são revendidos por cerca de 5.000 pontos de venda, distribuídos em todo o Brasil e, anualmente, a empresa passa a fazer parte de mais de 200.000 edificações residenciais, comerciais e industriais.

A preferência e o reconhecimento técnico do nível de excelência dos seus processos industriais e produtos de aço e de alumínio são confirmados por arquitetos, engenheiros, construtores, lojistas e consumidores em todas as pesquisas realizadas pelo setor de construção.

A Sasazaki é a primeira empresa brasileira do segmento de esquadrias a investir no tratamento nanocerâmico<sup>28</sup> em seu processo de fabricação. Os primeiros testes com esta tecnologia iniciaram-se em 2008.

A camada nanocerâmica propicia um revestimento uniforme ao perfil das esquadrias, aumentando a adesão da tinta de acabamento e protegendo a superfície metálica contra corrosão. Este tratamento de superfície utiliza um composto químico à base de fluorzircônio, solução que exige menos etapas químicas (banhos de imersão) nas portas e janelas de aço Sasazaki e é considerado ecologicamente correto por ser isento de metais pesados, fósforo e componentes orgânicos voláteis (VOC), além de utilizar menos água e energia em todo processo.

A empresa Sasazaki foi escolhida para uma visita técnica pois além de apresentar em seus produtos o tratamento convencional de galvanização por fosfatização, também oferece uma linha superior de produtos de aço e alumínio

---

<sup>28</sup> Tratamento Nanocerâmico consiste na aplicação por imersão de um composto químico fluorzircônio de fórmula molecular  $ZrF_2$  que aumenta a adesão da tinta de acabamento e protege a superfície metálica contra corrosão.

onde são aplicados o tratamento nanocerâmico. A figura 7.4 mostra perfis em aço carbono e aço galvanizado que receberam tratamento nanocerâmico.

FIGURA 7.4 - Folhas de aço que receberam tratamento nanocerâmico



Fonte: [www.henpro.com.br](http://www.henpro.com.br)

Os estudantes sentiram-se muito motivados por conhecer neste ambiente de fábrica uma nova e pioneira tecnologia de tratamento de superfícies metálicas.

## 7.3 - Binofort Portas e Janelas

### Apresentação da Empresa

FIGURA 7.5 – Vista frontal da Empresa Binofort Metalúrgica Ltda.



Fonte: [www.binofort.com.br](http://www.binofort.com.br)

### Dados Cadastrais

A Binofort Metalúrgica Ltda-ME, nome fantasia Binofort Portas e Janelas, inscrita com o CNPJ 06.867.382/0001-31, localizada em Marília estado de São Paulo, na Avenida Brasil, 572- Centro (Lácio), CEP:17539-007, telefone: (14) 3417-2500/34176070, e-mail: [comercial@binofort.com.br](mailto:comercial@binofort.com.br) com o nome fantasia Binofort Portas e Janelas, produzindo e comercializando esquadrias de aço e alumínio.

### Histórico

Fundada em outubro de 2004, a Binofort Metalúrgica Ltda começou da iniciativa de pai e filho trabalhando juntos e produzindo 100 peças por mês. Hoje são mais de 3000 peças por mês, com uma qualidade e produtividade

reconhecidas pelo mercado nacional. Apresenta uma grande variedade de portas e janelas fosfatizadas.

A Binofort apresenta a seguinte visão empresarial: Nossa Razão de Ser é criar e comercializar produtos e serviços que promovam o “Bem-Estar/Estar Bem”.

Bem-Estar é a relação harmoniosa agradável do indivíduo consigo mesmo, com sua moradia. Estar Bem é a relação empática, bem-sucedida, prazerosa do indivíduo com o outro e com a natureza da qual faz parte.

Atualmente a empresa vem fabricando estruturas de aço fosfatizados que são utilizadas na construção de telhados substituindo o uso da madeira.

Na figura 7.6 temos uma apresentação desse novo segmento de produção.

FIGURA 7.6 - Estruturas de aço fosfatizado utilizados em telhados



Fonte: [www.binofort.com.br](http://www.binofort.com.br)

## 8 - Metodologia da Pesquisa

Para alcançar o objetivo proposto pelo tema utilizou-se como Metodologia a Pesquisa Qualitativa, no sentido de estabelecer uma relação entre o conhecimento em sala de aula e sua possível aplicação nas empresas.

Inicialmente o método a ser utilizado será o dedutivo, entretanto, também, caberá a utilização do método indutivo, durante a realização das visitas técnicas, posto que, partir-se-á da observação de casos concretos.

## 8.1 - Abordagem Qualitativa

Segundo Bodgan e Biklen (1982) a pesquisa qualitativa, ou naturalística, envolve a obtenção de dados descritivos aferidos pelo pesquisador que mantêm um contato direto com o objeto de estudo. Muitas interpretações se tem dado a expressão pesquisa qualitativa, que atualmente é conhecida como *abordagem qualitativa*<sup>29</sup> (OLIVEIRA, p.37).

De acordo com Sílvia Oliveira (1999, p.117) esse tipo de abordagem pode ser caracterizada como sendo uma tentativa de se explicar o significado e as características do resultado das informações adquiridas pela pesquisa de campo, sem a preocupação da mensuração das características quantitativas, facilitando assim a descrição da complexidade de fenômenos e hipóteses, bem como analisar a interação entre variáveis.

Para esse autor, algumas situações de pesquisa envolvem conotações quantitativas que convergem em três situações:

1. Situações em que se evidencia a necessidade de substituir uma simples informação estatística por dados qualitativos. Isto se aplica, principalmente, à investigação sobre fatos do passado ou estudos referentes a grupos, dos quais se dispõe de pouca informação;
2. Situações em que observações qualitativas são usadas como indicadores do funcionamento de estruturas sociais;

---

<sup>29</sup> Abordagem Qualitativa: “Um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ ou segundo sua estruturação”. OLIVEIRA, Maria Marly. Como fazer pesquisa qualitativa. 4 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

3. Situações em que se manifesta a importância de uma abordagem quantitativa para efeito de compreender aspectos psicológicos, cujos dados não podem ser coletados de modo completo por outros métodos, devido a complexidade que envolve a pesquisa (p. 117).

Da Matta (1978, p.29) comenta que essa observação é chamada participante porque se admite que sempre há uma interação entre o pesquisador e o seu objeto de estudo; isto é, o pesquisador afeta a situação estudada e por sua vez também é afetado por ela.

Oliveira (2012, p.60) diz que a pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como sendo um estudo detalhado de um determinado fato, objeto, grupo de pessoas ou ator social e fenômenos da realidade. Por meio desse procedimento procura-se chegar à informações fidedignas capazes de explicar em profundidade o sentido e as características de cada contexto do objeto de estudo.

De acordo com HUBERMAN (1991), MURCHIELLI (1996) e YIN (2005) o estudo de caso é uma estratégia metodológica do tipo exploratório e descritivo, podendo ser estudado por meio das mais variadas formas de técnicas e de métodos, e que facilita a compreensão do fenômeno a ser estudado.

Ainda, para YIN (2005, p.33), “o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo – tratando da lógica de planejamento, das técnicas de coletas de dados e das abordagens específicas à análise dos mesmos”. Percebe-se que, neste contexto, o estudo de caso é classificado como um método abrangente e eclético, permitindo se chegar a generalizações amplas baseadas em evidências, permitindo assim a compreensão da realidade.

No entendimento de LÜDKE e ANDRÉ, o estudo de caso como estratégia de pesquisa deve ser bem delimitado, pois tem um interesse próprio, único, particular e representa um potencial na educação.

Em uma abordagem qualitativa deve-se priorizar características consideradas fundamentais como: a interpretação dos dados feita no contexto, a busca constante de novas respostas e indagações, a retratação completa e profunda da realidade, o uso de uma variedade de fontes de informação, a possibilidade de generalizações naturalísticas e a revelação de diferentes pontos de vista sobre o objeto de estudo (LÜDKE e ANDRÉ, 2012).

Conforme Gil (1995) o delineamento do estudo de caso não aceita um roteiro rígido, no entanto é possível definir quatro fases que mostram esse delineamento.

- a) Delineamento da unidade-caso;
- b) Coleta de dados;
- c) Seleção, análise e interpretação dos dados, e
- d) Elaboração do relatório.

Pode-se dizer que esta proposta permite a reflexão de forma a proporcionar a autonomia do professor em relação ao cotidiano da sala de aula (DEMO, 1985).

Segundo FISCARELLI (2008, p.18):

Várias são as nomenclaturas propostas para designar os objetos usados pelos professores e alunos durante o ato de ensinar e aprender. Todas essas denominações trazem um conceito que não apenas serve para identificar o tipo de material utilizado mas também conter elementos que se associem às funções básicas deste objeto para o ensino.

Conforme o pensar de PILETTI (2010, p.65):

O professor, ao organizar as condições externas favoráveis à aprendizagem, utiliza meios ou modos de organização de ação, conhecidos como técnicas de ensino. As técnicas de ensino são maneiras particulares de provocar a atividade dos alunos no processo de aprendizagem.

## **8.2 - Concepção e organização do percurso metodológico**

Para iniciar a pesquisa foi encaminhada uma carta (Anexo A) a Coordenação Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção da IES, explicando a proposta de pesquisa e pedindo a autorização para a realização da mesma. Com a aprovação da Pró-reitora Acadêmica, foi possível avançar com

os trabalhos. Para isso foi estabelecido qual seria o universo de estudo: alunos do 2º Ano do Curso de Engenharia de Produção.

Em seguida foi encaminhado para o Comitê de Ética da UFSCar (Anexo B) um pedido para viabilizar a pesquisa e, assim, iniciar a aplicação da mesma com os alunos.

Por fim foi preparado para os alunos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo C). Com a todas as autorizações requeridas acima foi possível dar início as atividades de pesquisa com os alunos.

### **8.3 - Instrumentos de coleta de dados**

Na abordagem qualitativa, o pesquisador interpreta a realidade por uma visão holística, complexa e sistêmica, onde “todos os conceitos, teorias e descobertas são limitados e aproximados” (Claudionor Oliveira, 2000, p.43), mudando-se, assim, o paradigma da verdade absoluta.

Essa pesquisa envolve observação do professor que ministra as aulas teóricas e práticas para essa turma de alunos; análise documental da bibliografia básica proposta nas ementas dos planos de ensino das disciplinas Química Geral e Tecnológica e Laboratório de Química; análise das Competências e Habilidades para o Campo da Engenharia de Produção nas DCNs; visitas técnicas as empresas *Máquinas Agrícolas Jacto S/A*, *Binofort Portas e Janelas e Sasazaki*; questionários sobre os conhecimentos prévios (Anexo D) e pós-atividades (Anexo E) respondidos pelos alunos; elaboração de experimentos envolvendo Eletroquímica e suas aplicações; relatórios das práticas realizadas em Laboratório; listas de exercícios aplicadas concomitantemente com a teoria desenvolvida e prova teórica dissertativa.

## **8.4 Análise dos dados**

Os dados foram analisados com a intenção de identificar se as atividades propostas e desenvolvidas ajudaram a classe na interpretação e aprendizagem do conteúdo proposto.

Segundo LÜDKE e ANDRÉ (2012) analisar os dados qualitativos significa trabalhar todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos de observação, as transcrições de entrevista, as análises de documentos e as demais informações disponíveis (LÜDKE e ANDRÉ, 2012, p. 45). Em abordagem qualitativa, todos os fatos e fenômenos são significativos e relevantes e podem ser trabalhados por meio de entrevistas, observações, análise de conteúdo, estudo de caso e estudos etnográficos<sup>30</sup> (MARTINELLI, 1999, p.24).

Após as leituras dos questionários, foram criadas categorias de análise por meio das quais suas verificações podem ser examinadas e modificadas em momentos subsequentes, em que serão revistas as ideias iniciais e suas novas concepções, até o término da pesquisa.

Uma vez realizada esta categorização foram elaboradas tabelas para facilitar a identificação dos resultados coletados.

## **9 - Resultados e Discussões**

### **9.1 - Caracterização do Município de Marília/SP e região**

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Marília, temos:

---

<sup>30</sup> Entenda-se etnografia como estudo descritivo de grupos de pessoas quanto as suas características antropológicas, sociais, políticas, econômicas e educacionais. OLIVEIRA, Maria Marly. Como fazer pesquisa qualitativa. 4 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. p.38.

### 9.1.1 - Localização

Marília é um município brasileiro do estado de São Paulo. Fica distante da capital do estado 443 km por rodovia; 529 km por ferrovia e 376 km em linha reta. Localiza-se a uma latitude de 22°12'50" sul e a uma longitude de 49°56'45" oeste, estando a uma altitude de 675 metros. Sua população estimada pelo IBGE em 2009 era de 225.938 habitantes, sendo assim, a 13ª maior cidade do interior paulista em número de habitantes. Abaixo na figura 9.1 temos a bandeira e o brasão da cidade.

FIGURA 9.1: Bandeira e Brasão da cidade de Marília.



Fonte: Prefeitura de Marília

### 9.1.2 - Economia

Indústria é destaque com a presença de grandes empresas que distribuem seus produtos para o mercado nacional e internacional e garantem mão de obra para toda uma micro região. Conhecida como Capital Nacional do Alimento, o parque industrial é composto por cerca de 1.100 empresas do setor alimentício, metalúrgico, construção, têxtil, gráfico e plástico, entre outras. Nestlé, Marilan, Dori e Sasazaki, conhecidas nacionalmente, são exemplos que reforçam o forte perfil industrial. No setor comercial, dispõe de mix de lojas dos mais variados segmentos. O município possui dois shoppings centers, além de

um centro comercial com calçadão híbrido – iniciativa bem sucedida a medida que permite a passagem de veículos mas ao mesmo tempo garante maior bem estar e segurança aos pedestres – atraindo consumidores de toda a região, num raio de até 100 quilômetros. O setor agropecuário é representado pelo café, amendoim, melancia, borracha, coco, laranja, manga, maracujá, cana-de-açúcar, mandioca, milho. Suinocultura, bovinocultura (corte e leite) e avicultura (corte e produção de ovos) também tem seu espaço na economia mariliense.

### **9.1.3 - Educação**

Na área da educação o município conta com sistemas de educação desde a básica até superior e pós-graduação. A Rede possui 52 unidades sendo 33 Emeis (Escolas Municipais de Educação Infantil); 03 EMEFEIs (Escolas Municipais de Ensino Fundamental e Educação Infantil) 16 EMEFs (Escolas Municipais de Ensino Fundamental), atendendo aproximadamente 18 mil alunos. Além disso, o município dispõe do CEMAEE – Centro-Escola Municipal de Atendimento Educacional Especializado “Profª Yvone Gonçalves”, que atende alunos com atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, deficiência, transtornos globais do desenvolvimento, dificuldades de aprendizagem e altas habilidades ou superdotação. A estrutura educacional do município ainda é composta por 46 escolas estaduais; 16 escolas particulares; 02 faculdade; 01 fundação de ensino e 03 universidades (duas públicas e uma particular). São mais de 40 cursos superiores atraindo estudantes de toda a parte do país. Marília também dispõe gratuitamente de escolas de idiomas, matemática e cursos profissionalizantes, como o Ceprom (Centro Profissionalizante de Marília), ETEC (Escola Técnica Estadual) Antônio Devisate, Senai (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), Senac (Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial) e Sesi (Serviço Social da Indústria).

## **9.2 - Local da pesquisa**

Esta pesquisa foi realizada em Instituição de Educação Superior, localizado no Campus Universitário na cidade de Marília/SP onde pretendeu-se:

1. Utilizar a galvanização como tema gerador para motivar a aprendizagem dos alunos;
2. Levantar o conhecimento prévio dos alunos no tema galvanização;
3. Através de visitas técnicas a empresas de Marília e região aproximar o mercado de trabalho e a universidade;
4. Propor novos conteúdos para a ementa da disciplina de Química Tecnológica.

## **9.3 - Caracterização dos sujeitos da pesquisa**

Participaram dessa pesquisa alunos do 2º Ano/4ºSemestre (regime atual) do curso de Engenharia de Produção, totalizando 41 alunos com idades entre 20 e 25 anos. Todos são estudantes do período noturno, pois a maioria trabalha durante o dia.

Isso caracteriza o perfil do alunado que procura esse curso, uma vez que precisa trabalhar para custear seus estudos. Muitos ingressam no curso já trabalhando ou fazendo estágio em empresas e indústrias de Marília e região.

## **9.4 - Escolha do conteúdo específico de Química**

A escolha do conteúdo “Galvanização” abordado em Eletroquímica foi escolhido mediante as observações feitas pelo professor em suas visitas técnicas com turmas anteriores a esta pesquisa: “onde foi salientada a necessidade das indústrias em contratar um profissional com conhecimentos

prévios sobre galvanização e suas aplicações”. Com o apoio da coordenação do curso, foi proposta uma reformulação da ementa da disciplina de Química Tecnológica e sua parte experimental, a fim de capacitar o futuro profissional para o mercado de trabalho.

Na antiga ementa somente eram desenvolvidos na parte teórica uma explicação do conceito de galvanização e sua aplicação. Na parte prática era realizado uma experiência sobre a pilha de Daniell.

## **9.5 - Caminho percorrido para melhoria do ensino de Química no curso de Engenharia de Produção**

Conforme foi citado no início da pesquisa, muitos alunos matriculados já trabalham em fundições, fábricas que usam processos de galvanização em seus produtos. Foi pesquisado, com esses alunos, quais eram os processos de tratamento de superfícies metálicas mais frequentes utilizados nas indústrias e quais visitas técnicas seriam possíveis de ser realizadas segundo a logística do curso e o horário disponível para tal atividade.

O uso de questionários possibilitou analisar o que esse alunado apresentava de conhecimentos prévios e como foram construídos novos saberes. Na aplicação do questionário pós-atividade foi observado um aumento na porcentagem de acertos em todas as perguntas aferidas.

No final da correção do questionário pós-atividade foi detectada uma pequena porcentagem de alunos que não conseguiram entender os conceitos desenvolvidos sobre oxidação, tipos de corrosões e as medidas necessárias para evitá-las e a espontaneidade que determinadas substâncias apresentam em sofrer eletrólise aquosa.

Mediante a análise das respostas, foi traçado um plano de ação no intuito de superar as defasagens encontradas por esse alunado. Na sequência, segue elencadas as ações realizadas para a melhoria do Ensino de Química.

- a) Adicionar ao conteúdo do plano de ensino da disciplina de Química Tecnológica, os três processos de galvanização mencionados neste trabalho.
- b) Agendar e promover visitas técnicas às empresas de Marília e região a fim de coletar dados dos possíveis tratamentos de superfícies metálicas existentes.
- c) Conhecer a relevância dos processamentos industriais e como isso afeta a nossa sociedade e ambiente.
- d) Elaborar e realizar procedimentos laboratoriais que enfatizem os conteúdos ministrados em sala de aula, citando o uso e montagens de pilhas galvânicas, eletrólises aquosas de soluções salinas e básicas e laminações metálicas de cobre em substrato de aço.
- e) Realizar um trabalho interdisciplinar de modo a conseguir, a integração deste tema, a partir dos contextos envolvidos.

Os estudantes no decorrer do semestre, foram avaliados por meio de listas de exercícios, avaliações escritas dos conteúdos ministrados e relatórios sobre os experimentos efetuados em Laboratório.

## **9.6 - Experimentos Laboratoriais**

Com o objetivo de sincronizar alguns conteúdos teóricos desenvolvidos em sala de aula com os saberes adquiridos nas visitas técnicas nas empresas de Marília e região citada na presente pesquisa, foram elaborados novos experimentos laboratoriais que proporcionaram novos conhecimentos, os quais vieram corroborar com os conteúdos inseridos no conteúdo programático da disciplina de Química Tecnológica.

Dos experimentos desenvolvidos, apenas o primeiro experimento existia no conteúdo da antiga ementa de Laboratório de Química. Abaixo são elencados os experimentos laboratoriais desenvolvidos:

## 9.6.1- Células Eletroquímicas: Construção e funcionamento da Pilha de Daniell

### a) Objetivos

Aprender como uma célula eletroquímica pode ser construída baseada em duas semi-reações separadas fisicamente, onde elétrons são transferidos por circuito externos;

Mostrar como as diferenças de potencial das células estão relacionadas com a concentração dos seus componentes.

### b) Introdução

Qualquer que seja a reação de oxidorredução que envolva dois elementos e seus íons há a transferência de elétrons da substância que se oxida para aquela que sofreu redução. Portanto, quando o zinco é oxidado por íons cobre, os átomos de zinco “perdem” dois elétrons e os íons cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ), “ganham” dois elétrons. Esta reação pode ser representada através de duas semi-reações com seus respectivos potenciais de eletrodo.



A soma das duas semi-reações fornece o potencial elétrico da célula e sua equação global:



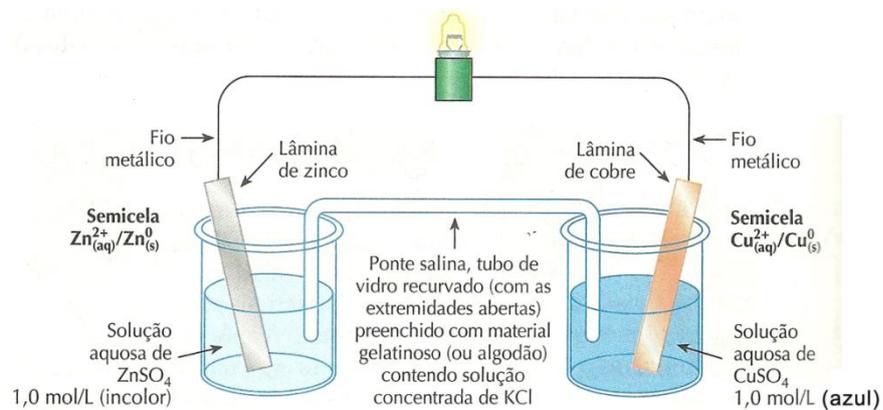
Uma célula eletroquímica é um dispositivo que permite a separação física de duas semi-reações de forma que os elétrons sejam transferidos através de um circuito externo por fios condutores, ao invés de misturar diretamente os reagentes.

Nota-se que o resultado do potencial elétrico de uma célula eletroquímica ( $\Delta E^\circ$ ) é sempre positivo, pois representa um processo espontâneo de oxirredução, ao contrário de uma eletrólise que é um processo forçado.

O sentido dos elétrons é do polo negativo (ânodo) para o polo positivo (cátodo), ou do eletrodo que sofre a oxidação para o eletrodo que sofre a redução. No ânodo há o consumo do eletrodo, que será corroído e entra na solução na forma de íons  $Zn^{2+}$ , aumentando assim a concentração desse cátion na solução e no cátodo acontece um aumento de massa, pois há a deposição dos íons  $Cu^{2+}$  que serão reduzidos. Durante esse processo há a descoloração da solução azul de sulfato de cobre II, devido à redução dos cátions  $Cu^{2+}$ .

Para equilibrar as duas semi-células há a necessidade se conectar ao sistema uma ponte salina que nada mais é que um tubo em U com uma solução aquosa de cloreto de potássio (KCl) ou de sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ). Essa ponte salina equilibra as soluções através de uma corrente iônica, isto é, para o ânodo onde temos aumento da concentração de íons  $Zn^{2+}$  a ponte envia ânions para a sua neutralização e para o cátodo onde a concentração de cátions está diminuindo devido a redução dos cátions  $Cu^{2+}$ , a ponte fornece cátions. Na figura 9.2 temos uma representação da Pilha de Daniell.

FIGURA 9.2- Pilha de Daniell



Fonte: VILLELA (2015)

Se a ponte salina for bloqueada de forma que os íons não possam mais transitar através dela, o fluxo de corrente elétrica cessa, da mesma maneira que cessaria se o fio (condutor eletrônico) fosse cortado. Isso poderia acontecer, por exemplo, se a reação entre os íons nas duas semi-células, formassem um precipitado, bloqueando a passagem dos íons. Todos os íons em solução migram para seus respectivos polos sob a influência do campo elétrico, mesmo os íons de um eletrólito inerte – que não participa ou não está envolvido na reação.

Uma célula eletroquímica ou pilha, pode converter uma fração de sua energia química em energia elétrica, que por sua vez pode ser transformado em trabalho útil, por exemplo acender uma lâmpada ou alimentar um motor elétrico.

A pilha de Daniel pode ser expressada pela seguinte *representação esquemática da célula*:

$Zn / ZnSO_4 // CuSO_4 / Cu$ , onde a primeira parte ( $Zn/ZnSO_4$ ) representa o ânodo da pilha e a reação de oxidação, as duas barras paralelas(//) representa a ponte salina e a última parte ( $CuSO_4/Cu$ ) representa o cátodo da pilha e a reação de redução.

### c) Materiais Necessários

Dois béqueres de 100 mL; 2 garras jacaré; ponte salina em U; placa de cobre; placa de zinco;  $CuSO_4$  0,1 mol/L;  $ZnSO_4$  0,1 mol/L; KCl 0,1 mol/L; multímetro; filtro de porcelana cortado em forma de copo (membrana porosa).

### d) Procedimento Experimental

1. Preparar as semi-células de Cu, Zn em béqueres diferentes, completando até aproximadamente  $\frac{3}{4}$  do volume do béquer com soluções de  $CuSO_4$  0,1 mol/L;  $ZnSO_4$  0,1 mol/L.

2. Coloque os eletrodos formados pelos diferentes metais nas soluções correspondentes.

3. Com o auxílio da ponte salina em U, do filtro de porcelana, monte duas pilhas de Daniell.

4. Faça as medidas da diferença de potencial nas duas células com um multímetro, notando qual é o eletrodo positivo. Meça também, a voltagem das células sem a conexão da ponte salina.

## **9.6.2 - Eletrólise Aquosa Qualitativa do Iodeto de Potássio**

### **a) Objetivos**

Medir a condutividade elétrica de líquidos e soluções eletrolíticas; estudar o comportamento de certas substâncias quando submetidas à passagem de corrente elétrica contínua através de suas soluções; entender a previsão da ocorrência da substância em sofrer oxidação ou redução em água.

Este experimento laboratorial evidenciou a importância da eletrólise aquosa como processo de obtenção de substâncias simples não encontradas na natureza em sua forma nativa.

### **b) Introdução**

Um líquido só permitirá a passagem de corrente elétrica se houver íons em seu interior.

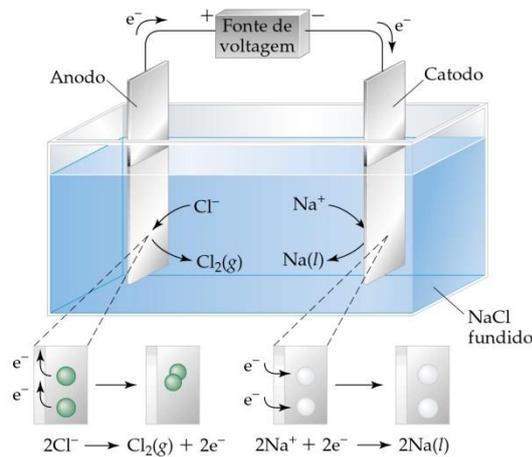
Chama-se eletrólise à decomposição de uma substância pela corrente elétrica.

Para que ocorram eletrólises, são indispensáveis uma corrente elétrica contínua e a presença de íons em um líquido.

Corrente elétrica contínua é aquela que fornece polaridade constante, contínua. Ou seja, durante todo o processo, um dos polos apresenta sempre polaridade elétrica positiva e o outro negativo.

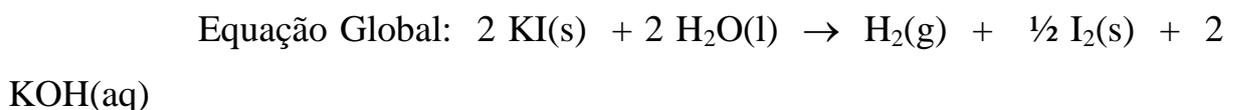
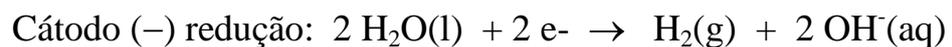
Na eletrólise, os ânions são atraídos para o polo positivo (ânodo), onde perdem elétrons, transformando-se em outras espécies químicas. Por sua vez os cátions são atraídos pelo polo negativo (cátodo), onde retiram os elétrons, sendo transformados em outras espécies químicas. Observe a figura 9.3 abaixo:

FIGURA 9.3 - Célula Eletroquímica



Fonte: BROWN (2009)

As reações que ocorrem em cada polo, com a equação global são descritas a seguir:



Nota: vale lembrar a regra prática  $\Rightarrow$  cátodo(-) atrai cátions(+); ânodo(+) atrai ânions(-).

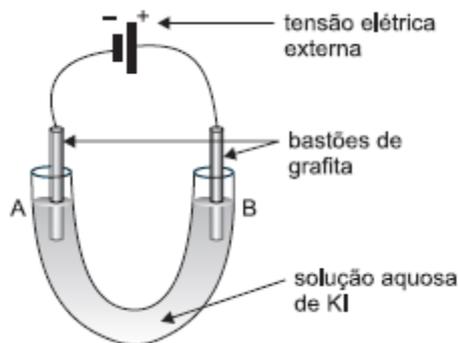
### c) Materiais necessários

Fonte de corrente contínua de 12 V; 2 hastes de platina ou dois bastões de grafita; tubo em U; solução 5% de KI; solução de fenolftaleína; suspensão de amido; suporte universal; garra.

### d) Procedimento Experimental

1. Monte a aparelhagem conforme a figura 9.4.

FIGURA 9.4 - Eletrólise Aquosa



Fonte: [www.curso-objetivo.br](http://www.curso-objetivo.br)

2. Coloque uma solução de 5% de iodeto de potássio no tubo em U, de modo que as hastes de platina fiquem submersas na solução.
3. Adicione, junto a haste imersa ligada ao cátodo 3 a 5 gotas de fenolftaleína.
4. Adicione, junto a haste imersa ligada ao ânodo 3 a 5 gotas de suspensão de amido.
5. Anote o que foi observando após 2 a 3 minutos.

Durante o processo de eletrólise aquosa do iodeto de potássio, há a formação de iodo no ânodo, com a presença de coloração azul ou castanha.

No cátodo temos a formação de gás hidrogênio (efervescência) e a formação de uma solução de hidróxido de potássio que será colorida pela fenolftaleína.

Michael Faraday (1791-1867), eletroquímico cujo 2.º centenário de nascimento se comemorou em 1991, comentou que “uma solução de iodeto de potássio e amido e o mais admirável teste de ação eletroquímica” pelo aparecimento de uma coloração azul, quando da passagem de corrente contínua.

### **9.6.3 - Eletrólise aquosa do Sulfato de Cobre II e laminação de cobre em uma moeda de aço**

#### **a) Objetivos**

Eletrólise aquosa do  $\text{CuSO}_4$  e identificação dos seus componentes; aplicação da eletrólise aquosa; verificar a espontaneidade dos eletrólitos em sofrer eletrólise aquosa; laminação de cobre em uma moeda através da galvanização eletrolítica a frio.

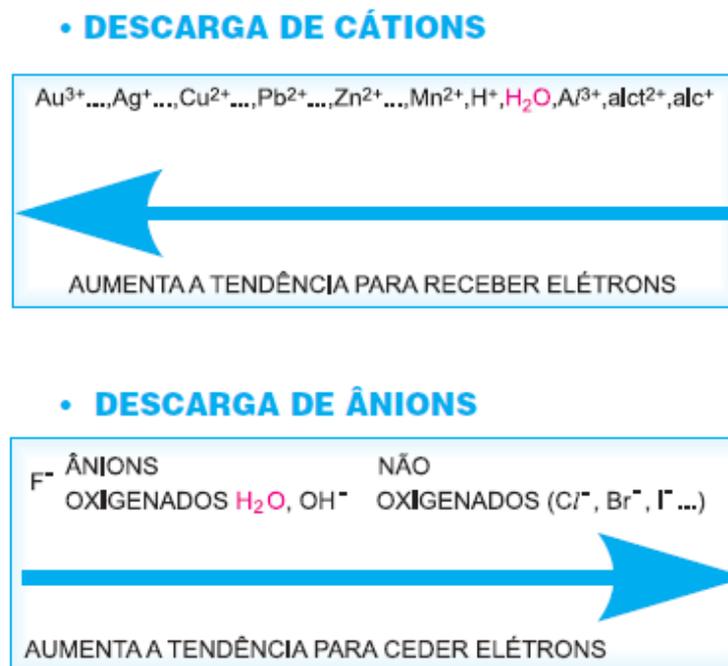
Este experimento mostrou como podemos através da eletrólise aquosa galvanizar uma moeda de aço com uma laminação de cobre conforme estudado no conteúdo programático teórico da nova ementa de Química Tecnológica.

#### **b) Introdução**

Quando efetuamos a eletrólise aquosa do sulfato de cobre II as substâncias dissolvidas na solução vão competir com a água pelo direito de sofrer oxidação ou redução. Essa competição é estabelecida pela maior tendência dos elementos dissolvidos em sofrer eletrólise em água.

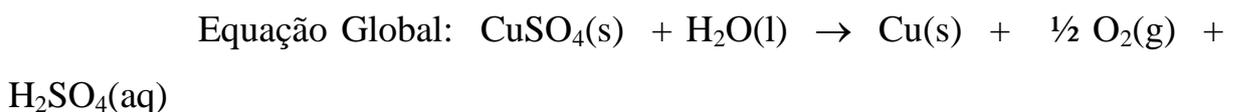
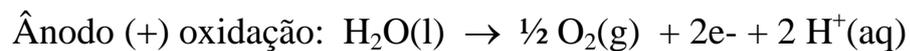
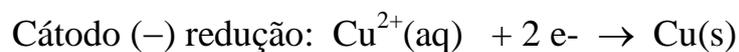
Existe uma maneira prática para se descobrir quais substâncias vão sofrer oxidação ou redução em uma eletrólise aquosa. Abaixo na figura 9.5, está representada a espontaneidade de um eletrólito em sofrer eletrólise em água.

FIGURA 9.5 - Previsão de espontaneidade em sofrer eletrólise aquosa



Fonte: [www.curso-objetivo.br](http://www.curso-objetivo.br)

As reações que ocorrem em cada polo, com a equação global são descritas a seguir:



### c) Materiais Necessários

Um béquer de 100 mL; solução de  $\text{CuSO}_4$  a 5%; 2 garras jacaré; um eletrodo de grafita; uma moeda de aço; uma fonte de corrente contínua de 12 V; uma solução 40% de ácido clorídrico; solução 40% de hidróxido de sódio e uma palha de aço.

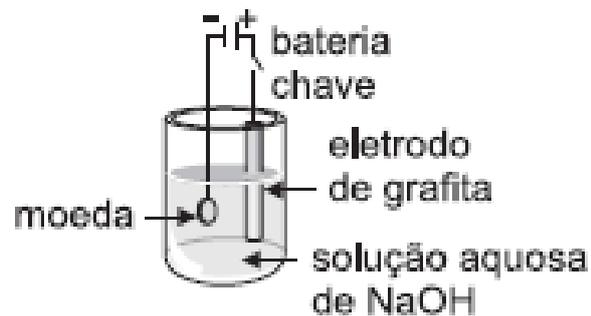
### d) Procedimento Experimental

1. Limpeza da moeda que esquematicamente segue esta sequência: limpeza mecânica com o uso da palha de aço; desengraxe alcalino ( $\text{NaOH}$  40%) seguido de enxague; decapagem ácida ( $\text{HCl}$  40%) seguido de enxague.
2. Fazer a conexão do polo negativo (Ânodo) da fonte contínua com o eletrodo de grafita.
3. Fazer a conexão do polo positivo da fonte contínua (Cátodo) com a moeda de aço.
4. Mergulhar os eletrodos na solução de sulfato de cobre II a 5%.
5. Anote o que foi observado depois de 2 a 3 minutos.

Durante o processo de galvanização eletrolítica, há a deposição do cobre metálico no Cátodo, onde foi conectada a moeda e a liberação de gás oxigênio no ânodo. Também há alteração do pH da solução eletrolítica, devido a formação de ácido sulfúrico.

Moedas feitas com ligas de cobre se oxidam parcialmente pela ação do ambiente. Para “limpar” essas moedas pode-se utilizar o arranjo esquematizado a seguir (figura 9.6):

FIGURA 9.6 - Arranjo para limpeza eletrolítica de superfícies metálicas.



Fonte: [www.curso-objetivo.br](http://www.curso-objetivo.br)

A limpeza da moeda formada por ligas de cobre é feita em uma cuba eletrolítica, com o cátodo ligado à moeda e o ânodo ligado ao eletrodo inerte de grafita. As impurezas que se oxidam mais facilmente que o cobre vão depositando-se no fundo da cuba, formando a lama anódica.

#### 9.6.4 - Eletrólise da Água

##### a) Objetivo

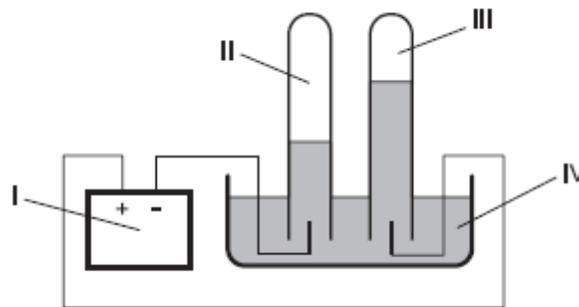
Demonstrar a decomposição da água através da eletrólise de uma solução aquosa de hidróxido de sódio a 15 %. Nesta experiência podemos analisar que a espontaneidade em sofrer eletrólise em água dos íons contribui para a formação dos gases hidrogênio e oxigênio.

##### b) Introdução

Quando se faz eletrólise de uma solução na qual os íons dissolvidos apresentam uma menor espontaneidade para sofrer eletrólise do que a água,

temos a redução da água no cátodo com a formação de gás hidrogênio e a oxidação também da água no ânodo, com a formação de gás oxigênio. O volume de  $\text{H}_2(\text{g})$  obtido no cátodo é o dobro do volume de  $\text{O}_2(\text{g})$  obtido no ânodo. A água pode ser eletrolisada com a finalidade de se demonstrar sua composição. A figura 9.7 representa uma aparelhagem em que foi feita a eletrólise da água, usando eletrodos inertes de platina.

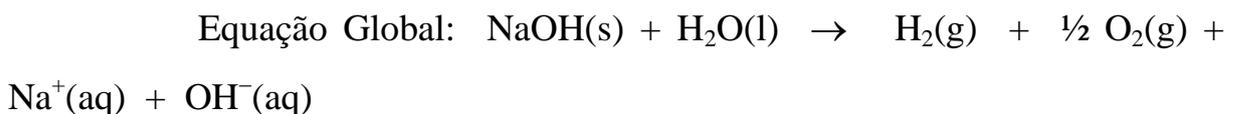
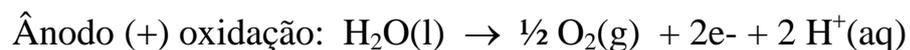
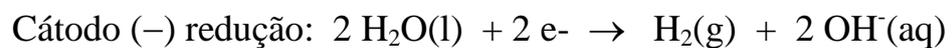
FIGURA 9.7 - Aparelhagem para eletrólise da água



Fonte: [www.curso-objetivo.br](http://www.curso-objetivo.br)

Onde I representa uma fonte de corrente contínua; II é o tubo que recolherá o gás hidrogênio; III é o tubo que recolherá o gás oxigênio e IV representa a solução de hidróxido de sódio que será submetida à eletrólise.

As reações que ocorrem em cada polo e a equação global estão representadas a seguir:



Os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{OH}^-$  são chamados de *íons expectadores*, pois permanecem na solução, todavia não sofrem eletrólise.

### c) Materiais necessários

Dois tubos de ensaio de 15 cm; solução de hidróxido de sódio a 15 %; uma fonte de corrente contínua de 12 V; um béquer de 500 mL, 2 eletrodos inertes de platina; fios condutores de cobre e 2 garras jacaré.

### d) Procedimento Experimental

1. Monte a aparelhagem conforme a figura 9.7.
2. Enche o béquer com a solução de NaOH a 15 % até conter  $\frac{3}{4}$  de seu volume.
3. Ao introduzir os tubos de ensaio no béquer, encha-os totalmente com a solução de hidróxido de sódio; tape a boca dos tubos com a mão protegida por uma luva de látex, vire-os de cabeça para baixo e introduza-os sem deixar bolhas de ar no seu interior.
4. Coloque os eletrodos de platina no interior dos tubos preenchidos.
5. Ligue a fonte de corrente contínua e preencha os tubos com os gases que serão produzidos.

Os gases  $H_2(g)$  e  $O_2(g)$  são acumulados na parte superior dos tubos, e pode ser reconhecidos através dos seguintes ensaios experimentais:

- Combustão do gás hidrogênio ao se aproximar um palito de fósforo aceso;
- Aumento do brilho da brasa de um palito de fósforo ao se aproximar do gás oxigênio.

A formação do gás oxigênio deixa a solução de NaOH com coloração azulada. Esse fenômeno se dá devido a dissolução do gás oxigênio na solução.

## **9.7- Apresentação e análise diagnóstica das categorias**

A seguir a discussão da análise das questões do questionário sobre os conhecimentos prévios de eletroquímica e suas aplicações. Cada aluno respondeu individualmente ao questionário. Foram feitas seis perguntas que tinham como objetivo avaliar os conhecimentos epistemológicos dos alunos e discutir conceitos teóricos básicos necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Na tabela 9.1 apresenta os resultados das categorias detectadas pela correção dos questionários prévios aplicados aos 41 alunos da classe. A primeira questão: “O que são pilhas?” foi possível identificar que a maioria tinha uma concepção de ser um objeto material com a capacidade de armazenar energia usado para certa aplicação. A seguir o relatos de dois alunos:

Aluno 1: “Pilhas são materiais que proporcionam energia para o funcionamento de aparelhos eletrônicos”.

Aluno 2: “Pilhas são dispositivos onde ocorre uma reação de oxirredução produzindo energia elétrica onde são utilizados para funcionar equipamentos e aparelhos elétricos, como rádios, relógios, lanternas etc”.

TABELA 9.1 – Resposta da questão 1 do questionário prévio

| Categoria de análise            | Frequência de resposta por categoria |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Objeto material                 | 48,5 %                               |
| Reação química                  | 9,1 %                                |
| Capacidade de armazenar energia | 24,2 %                               |
| Aplicações                      | 13,6 %                               |
| Em branco                       | 4,5 %                                |

De acordo com as respostas, foi possível verificar que poucos alunos (9,1%) sabiam de se tratar de uma reação química e uma pequena porcentagem de 4,5 % deixaram a questão em branco.

A questão 2: “O que é corrosão uniforme?” (TABELA 9.2), foi possível avaliar pelas categorias de análises, que poucos detinham o conceito de corrosão uniforme, associando o fenômeno a ferrugem de objetos metálicos, por exemplo: portões de ferro sem revestimento de zarcão e pintura, carros com a pintura riscada, janelas de aço sob a ação da maresia, etc. a seguir são destacados alguns trechos dos relatos de dois alunos.

Aluno 1: “Corrosão uniforme é a ferrugem que aparece em toda a extensão da peça de ferro puro não foi pintada com zarcão”.

Aluno 2: “É a formação da ferrugem na superfície de um metal, geralmente de ferro ou aço que não apresenta nenhum revestimento de proteção contra a umidade e o ar”.

Alguns alunos responderam a pergunta relatando os seus conhecimentos teóricos estudados e adquiridos no semestre anterior na disciplina de Química Geral, onde discorreram que o ferro “em sua busca por maior estabilidade elétrica, reage com o oxigênio formando óxidos”.

Uma porcentagem de 27,5% dos alunos responderam a questão com erros na definição e/ou associação ao fenômeno relatados a seguir:

- É uma Corrosão metálica provocada por ácidos;

- É uma perda de massa da peça metálica provocada por agentes corrosivos;
- É a ação sofrida em todas estruturas metálicas;
- É a reação entre um metal e outro elemento químico (não mencionando qual o tipo de elemento).

Na sequência temos na tabela 9.2 o resultado das categorias observadas da questão 2:

TABELA 9.2 – Resposta da questão 2 do questionário prévio

| Categorias de análise                      | Frequência de resposta por categoria |
|--|--------------------------------------|
| Corrosão de forma homogênea                | 17,5 %                               |
| Estado físico de maior estabilidade        | 17,5 %                               |
| Corrosão lenta provocada por interpéres    | 20,0 %                               |
| Em branco                                  | 17,5 %                               |
| Erro na definição e associação ao fenômeno | 27,5 %                               |

Na questão 3: “O que é corrosão Galvânica?” foram determinadas quatro categorias de análise, vide a tabela 9.3 abaixo:

TABELA 9.3 – Resposta da questão 3 do questionário prévio

| Categorias de análise  | Frequência de resposta por categoria |
|--|--------------------------------------|
| Corrosão provocada pelo contato entre dois metais diferentes | 38,1 %                               |
| Em branco  | 45,2 %                               |
| Troca de elétrons entre metais diferentes                    | 7,1 %                                |
| Corrosão de metais por ação de químicos                      | 9,5 %                                |

A maioria dos alunos não responderam a questão 3, pois não conheciam a palavra galvânica. Uma pequena porcentagem de alunos associou a palavra *galvânica* com troca de elétrons entre metais diferentes e outra

porcentagem a definiu como sendo uma corrosão entre metais provocada pela ação de agentes químicos.

Na questão 4: “O que é Galvanização?” foram determinadas cinco categorias onde 46,6 % dos alunos definiram o conceito como um revestimento ou camada protetora; 25,0 % definiram como um processo usado para evitar a formação de ferrugem ou oxidação de peças metálicas; 20,0 % responderam ser um tratamento químico de proteção à corrosão; apenas 1,7 % tiveram dificuldade na definição do conceito ou associação do fenômeno; e o restante 6,7 % não responderam a pergunta alegando desconhecer o termo *Galvanização*. (Tabela 9.4)

A seguir temos o relato de dois alunos:

Aluno 1: “Galvanização é uma camada de esmalte que reveste a peça de ferro evitando seu enferrujamento, pois não deixa o metal exposto ao ar e a umidade do tempo.”

Aluno 2: “Galvanização é uma camada de zinco ou estanho que usamos para recobrir uma peça de ferro ou aço, protegendo-a da ferrugem”.

TABELA 9.4 – Resposta da questão 4 do questionário prévio

| Categorias de análise                      | Frequência de resposta por categoria |
|--|--------------------------------------|
| Camada de Zinco                            | 46,6 %                               |
| Processo Químico                           | 25,0 %                               |
| Processo contra a corrosão                 | 20,0 %                               |
| Em branco                                  | 6,7 %                                |
| Erro na definição e associação ao fenômeno | 1,7 %                                |

Na questão 5: “O que é Eletrólise Ativa?” muitos alunos (62,5%) deixaram em branco a pergunta e mencionaram após o questionário prévio que desconheciam o termo ou nunca aprenderam esse conteúdo no ensino médio. Em outra categoria de análise foi detectada que apenas um aluno usou dos seus

conhecimentos de hidrólise ácida para associar o termo à “quebra da molécula através da eletricidade”. A seguir o relato desse aluno: “Assim como a água pode quebrar as ligações de um ácido no processo de hidrólise, a eletricidade também pode quebrar as ligações de determinadas substâncias dando origem a novos compostos químicos”.

Na sequência com a porcentagem de 10,0 % (quatro alunos) responderam a pergunta como: “um processo não espontâneo de oxirredução, isto é, forçado pela eletricidade”. (TABELA 9.5)

TABELA 9.5 – Resposta da questão 5 do questionário prévio

| Categorias de análise                                       | Frequência de resposta por categoria |
|---|--------------------------------------|
| Quebra da molécula pela eletricidade                        | 2,5 %                                |
| Processo de separação das substâncias usando a eletricidade | 10,0 %                               |
| Processo forçado de oxirredução                             | 2,5 %                                |
| Em Branco   | 62,5 %                               |
| Erro na definição e associação ao fenômeno                  | 22,5 %                               |

Para o término do questionário prévio, a última questão aplicada foi: “O que é eletrólise passiva?” e sua correção originou quatro categorias de análise. (Tabela 9.6)

Assim como na questão 5, muitos alunos não a responderam, alegando nunca ter acesso a esse tipo de conhecimento.

Apenas um aluno respondeu ser um processo utilizado para separar substâncias através da eletricidade e outro se valendo do conhecimento do termo “passivação”, estudado em Química Geral no conteúdo de óxidos, a definiu como um processo de laminação por zinco e cromo, uma vez que esses metais reagem com oxigênio e produzem óxidos protetores em suas superfícies.

TABELA 9.6 – Resposta da questão 6 do questionário prévio

| Categorias de análise                                      | Frequência de resposta por categoria |
|--|--------------------------------------|
| Erro na elaboração do conceito                             | 26,83 %                              |
| Em branco  | 68,29 %                              |
| Processo de separação de substâncias usando a eletricidade | 2,44 %                               |
| Laminação de zinco e cromo                                 | 2,44 %                               |

Com a correção do questionário prévio foi possível verificar as defasagens de conteúdo teórico da classe e evidenciar como os alunos utilizam seus conhecimentos epistemológicos e os novos saberes construídos na formulação de uma resposta.

Depois de desenvolver com os alunos os novos conteúdos propostos pela ementa foi aplicado um questionário pós-atividade (Anexo E).

## 9.8 - Contexto da pesquisa

Dando continuidade a análise dos resultados, a seguir apresenta-se a tabulação das questões realizadas após as atividades propostas pelo plano de ação. Este questionário foi aplicado ao término do conteúdo teórico de Eletroquímica. Foram feitas cinco questões. Três das quais foram abordadas no questionário prévio sem a exigência de exemplos ou aplicações e duas questões inéditas: uma abordando mais profundamente o termo células galvânicas e suas aplicações e outra questão procurando verificar se os alunos entenderam de uma maneira geral a importância econômica da eletrólise, suas tipologias e aplicações.

Para a avaliação das questões foram escolhidas três categorias de análise: *não atingiram os objetivos; atingiram parcialmente os objetivos e atingiram plenamente os objetivos.*

A primeira questão do questionário pós-atividade foi: “O que são células galvânicas? Dê um exemplo de sua aplicação?” foi verificado que mesmo após todos os recursos aplicados na construção do conceito de pilhas, suas tipologias e aplicações, ainda foram detectados alunos que não conseguiram responder plenamente a questão.

Na busca por explicações ao ocorrido foi detectado que: três alunos confundiram o termo células galvânicas com o fenômeno **corrosão galvânica**; outros tentaram responder a questão explicando como se monta uma pilha galvânica, portanto não atingiram plenamente os objetivos do enunciado; e por fim três alunos responderam se tratar de um processo de produção de energia elétrica não espontânea.

Ao verificar a segunda categoria de análise da primeira questão, foi observado que uma pequena parcela (7,73 %) responderam parcialmente correta a questão, equivocando-se apenas ao mencionar: “...que na ponte salina dessa célula galvânica existe uma corrente de elétrons”.

Na categoria de análise *atingiram plenamente os objetivos*, da questão 1 (TABELA 9.7) foi avaliada a maior porcentagem de acerto da classe.

TABELA 9.7 – Resposta da questão 1 do questionário pós-atividade

| Categorias de análise               | Frequência de resposta por categoria |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Não atingiram os objetivos          | 21,95 %                              |
| Atingiram parcialmente os objetivos | 7,73 %                               |
| Atingiram plenamente os objetivos   | 70,32 %                              |

Na questão 2 foi elaborada a seguinte pergunta: “O que é corrosão uniforme? Dê um exemplo de corrosão uniforme.” Nesta questão a categoria atingiram plenamente os objetivos, atingiu sua maior porcentagem de acertos do questionário pós-atividade.

Apenas um aluno respondeu parcialmente correto a questão, errando apenas o exemplo. (TABELA 9.8).

TABELA 9.8 – Resposta da questão 2 do questionário pós-atividade

| Categorias de análise               | Frequência de resposta por categoria |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Não atingiram os objetivos          | 0,0 %                                |
| Atingiram parcialmente os objetivos | 2,44 %                               |
| Atingiram plenamente os objetivos   | 95,56 %                              |

Na questão 3: “O que é corrosão galvânica? Dê um exemplo”, nenhum aluno respondeu errado; quatro alunos responderam parcialmente correto a questão, acertando a definição do conceito mas errando os exemplos; o restante da classe respondeu corretamente a questão. (TABELA 9.9)

TABELA 9.9 – Resposta da questão 3 do questionário pós-atividade

| Categorias de análise               | Frequência de resposta por categoria |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Não atingiram os objetivos          | 0,0 %                                |
| Atingiram parcialmente os objetivos | 14,63 %                              |
| Atingiram plenamente os objetivos   | 85,37 %                              |

Seguindo a pesquisa temos a correção da questão 4: “O que é Galvanização? Dê um exemplo”. Nesta questão apenas um aluno respondeu errado. Esse aluno confundiu o processo galvanização com o fenômeno da corrosão galvânica, isto é, onde dois metais diferentes quando estabelecem um contato ocorre uma transferência de elétrons do metal de maior potencial padrão de oxidação para o de menor potencial, provocando assim a corrosão do metal doador. Foi detectada falta de conhecimento teórico de 12,19% dos alunos, uma vez que os mesmos não citaram nenhum exemplo de revestimento utilizado no processo de galvanização. (TABELA 9.10)

TABELA 9.10 – Resposta da questão 4 do questionário pós-atividade

| Categorias de análise               | Frequência de resposta por categoria |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Não atingiram os objetivos          | 2,44 %                               |
| Atingiram parcialmente os objetivos | 12,19 %                              |
| Atingiram plenamente os objetivos   | 85,37 %                              |

Por fim temos a correção da questão 5: “Qual a importância econômica do uso da eletrólise?”

Nesta última questão foi verificado que a maioria dos alunos entenderam a importância econômica das aplicações da eletrólise, uma vez, que muitas substâncias do nosso consumo ou que são utilizadas como matérias primas não existiriam se não fossem pelos processos de eletrólises estudados em sala de aula.

Cinco alunos responderam parcialmente corretos a questão 5, onde enfatizaram que a única vantagem do processo de eletrólise seria o abaixamento do ponto de fusão da alumina (de 2050°C para 960°C), mergulhada em um banho de sal fundido criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) no processo de obtenção do alumínio. Na categoria de resposta *não atingiu os objetivos*, temos dois alunos que não conseguiram contextualizar a questão: um deixou a questão em branco e o outro descreveu que “a eletrólise era um processo de fabricação de pilhas”. (TABELA 9.11)

TABELA 9.11 – Resposta da questão 5 do questionário pós-atividade

| Categorias de análise               | Frequência de resposta por categoria |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Não atingiram os objetivos          | 4,88 %                               |
| Atingiram parcialmente os objetivos | 12,20 %                              |
| Atingiram plenamente os objetivos   | 82,92 %                              |

## 10- Considerações Finais

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de propor uma reformulação na ementa da disciplina de Química Tecnológica, pertencente ao curso de Engenharia de Produção da Instituição de Ensino Superior de Marília/SP. Baseando-se nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de Engenharia de Produção e nas análises dos conteúdos programáticos das antigas ementas anuais de 2008 e 2011, foi possível rescrever a ementa da disciplina de Química Tecnológica no regime atual semestral de 2013.

Com a proposta buscou-se alterar alguns conteúdos na ementa do plano de ensino da disciplina por outros que viessem contribuir na capacitação do engenheiro de produção na área de galvanoplastia.

O tema Galvanização foi escolhido como motivador para a realização da pesquisa, uma vez que foi mencionado em várias visitas técnicas a necessidade de se contratar um engenheiro que tenha conhecimentos prévios sobre o processo.

Na avaliação dos critérios da pesquisa qualitativa foram obtidas as seguintes conclusões:

Os conhecimentos prévios desses alunos (Adequação Ontológica) são muito diversificados, uma vez que muitos não aprenderam, no ensino médio, os conteúdos básicos para o desenvolvimento e assimilação dos conteúdos abordados no ensino da galvanização;

Diante ao perfil do alunado, foi possível desenvolver possibilidades concretas de ensino e aprendizado (Validade Contingente) propostos no tema-motivador, utilizando os recursos disponíveis na IES;

Foi possível coletar informações (Percepção Múltipla dos Participantes) através da aplicação do questionário sobre os conhecimentos prévios e, assim traçar, estratégias com esse alunado a fim de obter respostas no tocante à recepção e fixação dos conhecimentos transmitidos.

Após os conteúdos desenvolvidos em sala de aula, das visitas técnicas acompanhadas e da elaboração e execução de novos experimentos laboratoriais que proporcionassem uma aproximação da Universidade com o mercado de trabalho, os alunos responderam satisfatoriamente um questionário pós-atividade, por meio do qual foi evidenciado, pela correção das categorias de análises, o sucesso dessa classe na aprendizagem de novos saberes (Fidedignidade Metodológica).

Convém ressaltar o entusiasmo e a motivação dos alunos durante as visitas técnicas provocadas pela coleta de dados e pela apresentação de novas tecnologias utilizadas em nível operacional.

Muitos dos conhecimentos adquiridos nessas visitas não se encontram nas literaturas básicas, adotadas do plano de ensino. São processos que se aprimoram por meio da experimentação e proporcionam uma melhoria contínua na qualidade dos produtos fabricados.

Os processos de galvanização observados nas visitas técnicas foram o por via eletrolítica e por fosfatização. O processo de galvanização por fosfatização é o mais utilizado nas indústrias de Marília e região.

Esta disciplina foi concluída no fim do segundo semestre de 2014, com trinta e seis alunos aprovados (87,80 % da sala). O restante dos alunos reprovados, cursarão esta disciplina, novamente, no primeiro semestre de 2015 pela modalidade EAD (Ensino a Distância).

Os alunos acompanhados pelo regime EAD poderão assistir as aulas práticas de Laboratório de Química com os alunos da turma regular e, assim, reforçar seus conhecimentos teóricos adquiridos com os conteúdos ministrados nas aulas experimentais.

Por fim, vale ressaltar que toda manifestação de melhoria de uma ementa em um curso universitário, mesmo que seja em uma única disciplina, pode trazer benefícios para a educação do futuro profissional perante o universo acadêmico e ao mercado de trabalho.

## Referências Bibliográficas

ABEPRO. Proposta de diretrizes curriculares para cursos de graduação em Engenharia de Produção – 2001. Piracicaba: ABEPRO, 2001. Disponível em <<http://www.abepro.org.br/diretrizes.htm>>. Acesso em 13 jun. 2013.

ANDRÉ, M. E. D. A. Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional. Brasília: Líber Livro Editora, 2005 (Série Pesquisa, Vol. 13).

ARELLANO, N.(s.d.) El método de investigación accion crítica reflexiva. Disponível em: < [http:// www.geocities.com/aula/inv-accion.htm](http://www.geocities.com/aula/inv-accion.htm) >. Acesso em 14 de jun. 2015.

ASM HANDBOOK. Phosphate Conversion Coatings. Corrosion. ASM International, The Materials Information Society. v. 13

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. Fundamentos de Metodologia Científica. 3ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BINOFORT METALÚRGICA LTDA-ME. Disponível em:<<http://www.binofort.com.br>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

BOGDAN, R.C; BIKLEN, S.K. Investigação qualitativa em educação. Porto: Ed. Porto, 1994. 335p.

BRANDÃO, C. R. (org.) Repensando a pesquisa participante. São Paulo: Editora Brasiliense, 1987.

BROWN, L. S; HOLME, T. A. Química Geral Aplicada à Engenharia. São Paulo: Cengage Learning, 2009, p.556.

BROWN, T. L; LEMAY, E. Jr; BURSTEN, B. E. Química A Ciência Central. 9ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008 p.754-758.

CASTRO, Claudio de Moura. A Prática da Pesquisa. 2ed. São Paulo: Pearson Hall, 2006.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa (org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2006.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: Questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. Injuí, 2003

CUNHA, G. Um panorama atual da Engenharia de Produção. Publicado na página da ABEPRO, 2004. Disponível em: <[www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/PanoramaAtualEP4.pdf](http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/PanoramaAtualEP4.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2013.

DEMO, P. Praticar ciência. São Paulo: Saraiva, 2011.

DUARTE, R. C.; DELLAGNELO, E. H. L. Novas e velhas competências a implementação do SAP R/3: o caso da Vonpar Refrescos S/A. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 25., 2001, Campinas. Anais... Rio de Janeiro, ANPAD, 2001. 1 CD-ROM.

FISCARELLI, R. B. de O. Material Didático: Discursos e Saberes, Editora Junqueira & Marin, 2008.

GALIAZZI, M.C.; MARTINS, B.B.; NUNES, M.T.O.; RUFFATTO, G.P.; MADEIRA, V.C.D.; BULLOSA, M.C.S. A Experimentação na Aula de Química: uma aposta na abordagem histórico-cultural para a aprendizagem do discurso químico. In: GALIAZZI, M.C.; MORAES, R.; MANCUSO, R (Org.). Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: Uma aposta de pesquisa na sala de aula. Unijuí, 2007, pp. 375-390.

GALVANISA. Processos de tratamento: galvanização eletrolítica. Disponível em:<<http://www.galvanisa.com.br>>. Acesso em: 16 jan. 2014.

GALVOATA. Disponível em: <[www.galvoata.com.br](http://www.galvoata.com.br)>. Acesso em: 16 jan. 2014.

GRAMIGNA, M. R. Modelo de competências e gestão dos talentos. São Paulo: Makron Books, 2002.

GENTIL, V. Corrosão. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

GIL, A. C. Como elaborar projetos e pesquisa. 3ed. São Paulo: Atlas; 1995:58.

Guia de Galvanização por imersão a quente – ICZ (Instituto de Metais Não Ferrosos). Disponível em: < [www.icz.org.br/icz-publicações-guia-galvanização-php](http://www.icz.org.br/icz-publicações-guia-galvanização-php) >. Acesso em: 20 dez. 2011.

HEALY, M.; PERRY, C. Comprehensive criteria to judge validity and reliability of qualitative research within the realism paradigm. Qualitative Market Research: an International Journal, v. 3, n. 3, p. 118-126, 2000. <http://dx.doi.org/10.1108/13522750010333861>.

LAKATOS, E.M; MARCONI, M. de Andrade. Metodologia Científica. 4ed. São Paulo: Atlas, 2006.

LE BOTERF, G. De la compétence: essai sur un attracteur étrange. Paris: Les Éditions d'Organisation, 1994.

LE BOTERF, G. De la compétence à la navigation professionnelle. Paris: Les Éditions d'Organisation, 1997.

LOPES, Maria Inácia. CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DE CONTEÚDOS. Disponível em: <<http://www.ceped.ueg.br/anais/Iedipe/Gt9/18-criterios.htm>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

LUDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas. São Paulo: E.P.U, 2012.

LUFTI, M. Os Ferrados e os Cromados. Ijuí: Unijuí, 1992.

KOTZ, J. ; TREICHEL, P. M. ; WEAVER, G. C. Química Geral e Reações Químicas. 6 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. v.2, p.864-869.

Manual de segurança e saúde no trabalho. Gerência de Segurança e Saúde no Trabalho – São Paulo: SESI, 2007. Disponível em: [www.sesisp.org.br/home/2006/saude/manualgalvanica.pdf](http://www.sesisp.org.br/home/2006/saude/manualgalvanica.pdf) >. Acesso em: 07 mar. 2012.

MAGNUM. Disponível em: <[www.magnum.ind.br/magnum/index.php?secao=3](http://www.magnum.ind.br/magnum/index.php?secao=3)>. Acesso em: 14 jan. 2015.

MARTINELLI, M. L. (org.). Pesquisa qualitativa: um instigante desafio. São Paulo: Veras, 1999.

MATTAR, J. Metodologia Científica na Era da Informática. 3ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C. & MAINIER, B. Corrosão: Um Exemplo Usual de Fenômeno Químico. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

MOTHEO, A. de Jesus. ; LIMA, F. H. B. de. & JOHANSEN, H. D. Roteiros para Experimentos: Laboratório de Química Geral. São Carlos: IQSC, 2009.

MUCHIELLI, A. (org.). Dictionnaire des methods qualitatives en sciences humaines. Paris: Armand Colin, 1996.

NASCIMENTO, T. C. do. Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Indústria de Galvanização. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2006. Disponível em: <[http://teses.ufrj.br/EQ\\_MT/TERESACRISTINADONASCIMENTO.pdf](http://teses.ufrj.br/EQ_MT/TERESACRISTINADONASCIMENTO.pdf)>

NOGUEIRA, L. S; PASQUALETTO, A. Plano de Prevenção de Riscos Ambientais (PGRA) para empresas de galvanoplastia. Goiânia: Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental, 2008. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/PL>>. Acesso em: 05 ago. 2012.

OBJETIVO. Material didático. Disponível em:<<http://www.curso-objetivo.br>>. Acesso em: 14 fev. 2015.

OLIVEIRA, C. dos Santos. Metodologia científica, planejamento e técnicas de pesquisa: uma visão holística do conhecimento humano. São Paulo: LTR, 2000.

OLIVEIRA, E. A. de. Aulas Práticas de Química. 3ed. São Paulo: Moderna, 1993.

OLIVEIRA, Maria Marly. Como fazer pesquisa qualitativa. 4ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. p.12.

OLIVEIRA, S. L. de. Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. 2.ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

PANNONI, F. D. Princípios da Galvanização a Fogo. Gerdau Açominas S.A. Disponível em:<<http://www.gerdau.com.br/perfisgerdauacominas>>. Acesso em 07 mar. 2013.

PASQUALINI, A. Estudo de Caso Aplicado a Galvanoplastia. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/12051.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2012.

PEREIRA, D. A importância das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem na graduação, direcionado para ciências biológicas. XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de pós-graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em:<[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/.../EPG01545\\_01\\_O.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/.../EPG01545_01_O.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2011.

PERRENOUD, P. Construir as competências desde a escola. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

PERRENOUD, P. 10 novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

PILETTI, C. Didática Geral. São Paulo: Editora Ática, 2010.

PORTAL DA GALVANIZAÇÃO. Comparativo entre a zincagem por imersão a quente e a pintura. Disponível em:  
<<http://www.portaldagalvanizacao.com.br/custos.asp>>. Acesso em: 11 jul. 2007.

PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – Centro Universitário Eurípides de Marília, 2013.

SASAZAKI. Disponível em: <<http://www.sasazaki.com.br>>. Acesso em: 30 out. 2013.

SEVERINO, A. J. Metodologia Científica. 22 ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SILVA, E. L. da. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001, p.121.

SOUZA, F. R. B. de.; HENRIQUE, H. C. R.; SILVA, Rejane Ghisolfi da. O Tema “ Galvanização” no Ensino de Química, da segunda série, no ensino médio. Disponível em:< <http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/T1057-pdf> >. Acesso em: 21 dez. 2011.

VILELLA, Gabriel, A. Química Sem Segredos. Disponível em: <<http://quimicasemsegredos.com/>>. Acesso em: 17 de set. 2015.

WEST, J. M. Basic Corrosion and Oxidation. 2. Ed. Ellis Horwood Limited, 1986.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamentos e métodos. 3ed. Porto alegre: Bookman, 2005.

ZARIFIAN, P. Objetivo competência: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2001.

ZEMPULSKI, L. N.; ZEMPULSKI, M. F. S. Fosfatização. Curitiba: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT; Instituto de Tecnologia do Paraná – Tecpar, 2007. Disponível em:<<http://www.respostatecnica.org.br/dossies.do?&idMenu=13>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

ZEMPULSKI, Ladislau Nelson; ZEMPULSKI, Marina Fernanda Stocco. Galvanização eletrolítica. Curitiba: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT; Instituto de Tecnologia do Paraná – Tecpar, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossies.do?&idMenu=13>>. Acesso em: 04 jan. 2013.

## ANEXOS

## ANEXO A



Universidade Federal de São Carlos  
 Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
 Departamento de Química  
 Programa de Pós-Graduação em Química



Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

Marília, 7 de outubro de 2013.

## PEDIDO DE DEFERIMENTO

Magnífica Pró-Reitora de Graduação  
 Raquel Cristina Ferraroni Sanches  
 Ilma Coordenadora do Curso de Engenharia de Produção  
 Prof. Ms. Vânia Érica Herrera  
 Do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM,

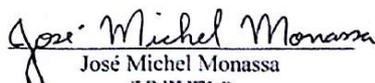
Eu, José Michel Monassa, mestrando em Ensino de Química pela Universidade Federal de São Carlos e Rosebelly Nunes Marques, orientadora do Mestrado em Ensino de Química por esta mesma Universidade, vimos, mui respeitosamente, solicitar autorização para desenvolver o Projeto de Pesquisa "GALVANIZAÇÃO COMO TEMA MOTIVADOR NA DISCIPLINA DE QUÍMICA GERAL E TECNOLÓGICA EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO", a ser realizado no curso de Mestrado Profissional, na área Ensino de Química, do programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos, em que se devem realizar atividades de pesquisa com alunos do 2º ano do Curso de Engenharia de Produção sob nossa orientação e monitoramento. Tais atividades serão realizadas durante o período de aulas, sendo compatível com o conteúdo programático da disciplina de Química Geral e Tecnológica para o segundo do ano curso de Engenharia de Produção.

Termos em que

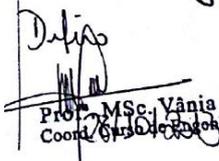
Pede deferimento

Prof. MSc. Vânia Érica Herrera  
 Coord. Curso de Engenharia de Produção

Atenciosamente:

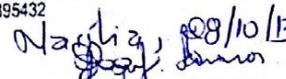
  
 José Michel Monassa  
 (UNIVEM)

  
 Dra. Rosebelly Nunes Marques  
 DQ/PPGQ/UFSCar  
 USP/ ESALQ

  
 Prof. MSc. Vânia Érica Herrera  
 Coord. Curso de Engenharia de Produção

Autorizado desde que  
 observados os procedimentos  
 de sigilo de Pesquisa,  
 não identificando, nem  
 alunos, nem a Instituição

Prof. Dra. Rosebelly Nunes Marques  
 USP/UNIVESP - Pólo Piracicaba  
 Nº USP: 1895432

Marília, 08/10/13  


## ANEXO B

| FOLHA DE ROLUP PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS   |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
| 1. Projeto de Pesquisa:<br>GAI VANIAÇÃO (GRANDE TEMA MOTIVADOR NA DISCIPLINA DE QUÍMICA GERAL E TECNOLÓGICA)  |  |  | 2. Número de Participantes da Pesquisa:<br>44 |   |
| 3. Área Temática:   |  |  |   |   |
| 4. Área de Conhecimento:<br>Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra, Grande Área 3. Engenharias   |  |  |   |   |
| PESQUISADOR RESPONSÁVEL   |  |  |   |   |
| 5. Nome:<br>Jose Michel Monassa   |  |  |   |   |
| 6. CPF:<br>114.855.718-04   |  | 7. Endereço (Rua, n.º):<br>RUA JOSÉ BERNARDO DA SILVA, 90 GLEN II-10 JD SÃO LOURENÇO PIRAJU SÃO PAULO 13800000 |   |   |
| 8. Nacionalidade:<br>BRASILEIRO   |  | 9. Telefone:<br>(14) 3351-9138   |   | 10. Outro Telefone:<br>11. E-mail:<br>jmonassa@pma1.com |
| 12. Cargo:  |  |  |   |   |
| <p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p> |  |  |   |   |
| Data: 18 / 12 / 2013  |  | Jose Michel Monassa<br>Assinatura  |   |   |
| INSTITUIÇÃO PROPONENTE  |  |  |   |   |
| 13. Nome:<br>Universidade Federal de São Carlos/UFSCar  |  | 14. CNPJ:  |   | 15. Unidade/Órgão:<br>Departamento de Química           |
| 16. Telefone:<br>(16) 3351-0218   |  | 17. Outro Telefone:  |   |   |
| <p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e sou da instituição em condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>  |  |  |   |   |
| Responsável: <u>Ernesto Oliveira P. de Souza</u>  |  | CPF: <u>108.900.218-13</u>   |   |   |
| Cargo/Função: <u>Coordenador do PPGQ</u>  |  | <u>Prof. Dr. Ernesto C. Pereira de Souza</u><br>Coordenador do PPGQ<br>Assinatura                              |   |   |
| Data: 18 / 12 / 2013  |  |  |   |   |
| PATROCINADOR PRINCIPAL  |  |  |   |   |
| Não se aplica.  |  |  |   |   |

## ANEXO D



Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Departamento de Química  
Programa de Pós-Graduação em Química



Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

## QUESTIONÁRIO SOBRE OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE ELETROQUÍMICA.

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

RA: \_\_\_\_\_

1. O que são pilhas?
2. O que é corrosão uniforme?
3. O que é corrosão galvânica?
4. O que é Galvanização?
5. O que é eletrólise ativa?
6. O que é eletrólise passiva?

## ANEXO E



Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Departamento de Química  
Programa de Pós-Graduação em Química



Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

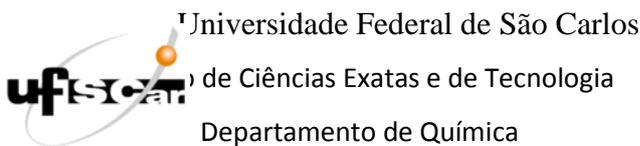
**QUESTIONÁRIO SOBRE OS CONHECIMENTOS PÓS ATIVIDADES**

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Série:** \_\_\_\_\_

**RA:** \_\_\_\_\_

1. O que são células galvânicas? Dê um exemplo.
2. O que é corrosão uniforme? Dê Um exemplo.
3. O que é corrosão galvânica? Dê um exemplo.
4. O que é Galvanização? Dê um exemplo.
5. Qual a importância econômica do uso da eletrólise?

## ANEXO C



Universidade Federal de São Carlos

Instituto de Ciências Exatas e de Tecnologia

Departamento de Química

Programa de Pós-Graduação em Química

Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Galvanização como Tema Motivador na disciplina de Química Geral e Tecnológica em um curso de Engenharia de Produção”. Esta pesquisa tem como objetivo ensinar os conteúdos de eletroquímica referentes à galvanização, sua tipologia e aplicações, utilizando como metodologia a pesquisa qualitativa contribuindo, assim, para a melhoria do aprendizado dos alunos no curso de Engenharia de Produção do UNIVEM.

Este trabalho será realizado no UNIVEM onde se pretende:

1. Utilizar a galvanização como tema gerador para motivar a aprendizagem dos alunos;
2. Levantar o conhecimento prévio dos alunos no tema galvanização;
3. Através de visitas técnicas a empresas de Marília e região aproximar o mercado de trabalho e a universidade;
4. Propor novos conteúdos para a ementa da disciplina de Química Tecnológica.

Os benefícios esperados são: a motivação dos alunos para aprender Química; maior interação do aluno e professor nas aulas; uso do laboratório de Química e de espaços não formais como o espaços/laboratórios da fábrica para o aprendizado mais efetivo e contextualizado do Ensino da Química.

A participação do aluno (a) no estudo é voluntária e esclarece-se que a participação na entrevista não implica no pagamento de nenhuma taxa ou qualquer outra forma de ônus.

Os alunos que não participarem da pesquisa não terão qualquer gravame sendo, portanto, dispensados das visitas técnicas e dos respectivos relatórios.

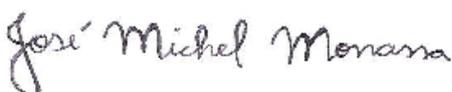
**Riscos e Desconfortos** - Pela natureza da pesquisa, o aluno (a) pode não ter liberdade de expressão e ou de iniciativa durante a realização das tarefas propostas pelo professor ou até mesmo durante a socialização das atividades; o aluno pode não ter sua opinião levada em consideração, se a

mesma se mostrar despropositada, durante a socialização; o aluno pode se sentir desconfortável ou constrangido em participar das atividades.

O aluno (a) tem total liberdade para recusar sua participação e poderá retirar-se da pesquisa em qualquer etapa do estudo, podendo solicitar a exclusão dos seus dados sem qualquer penalização ou prejuízo.

**Confidencialidade** - Seguindo preceitos éticos, informa-se que sua participação será absolutamente sigilosa. As informações fornecidas serão confidenciais e será de conhecimento apenas do pesquisador. Garante-se, desta forma, que não haverá nenhuma identificação e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com a privacidade, à proteção da imagem e a não-estigmatização. No texto final utilizar-se-ão nomes fictícios, sem identificação dos participantes. Os resultados deste estudo comporão a dissertação final de mestrado e poderão ser publicados em artigos e/ou livros científicos ou apresentados em congressos profissionais.

O pesquisador responderá a todas as dúvidas sobre o projeto, a qualquer momento, mesmo após a participação no estudo. O aluno (a) receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone do pesquisador principal e poderá tirar dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento.



---

José Michel Monassa

(14)33519338 / (14)997573947

E-mail: jmichel@univem.edu.br

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa e concordo com os termos descritos.**

**O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br**

Local e data:

---

Aluno (a)