

## ESTUDO MORFOLÓGICO DAS LIGAS AL-7%SiMG (A356) E AL-11%SiMG (A413) POR IMERSÃO EM MEIO CORROSIVO NaCl

**Palavras-chave:** Ligas de rodas automotivas; Degradação por corrosão; Solução salina

**Evellyn Yasmin Alves (E.E. MARGARIDA PAROLLI SOARES)**

**Heloá Fernanda Caetano Costa (ETEC TRAJANO CAMARGO)**

**Vitor Hugo Andre Pinto Re (E. E. PROF GABRIEL POZZI)**

**Giovana da Silva Padilha - orientadora (FCA/Unicamp)**

### OBJETIVOS DA PESQUISA

O Brasil possui um alto consumo de produtos de alumínio em todos os setores. Segundo a Associação Brasileira do Alumínio – ABAL tem uma estimativa que o setor de transporte consumiu no ano passado cerca de 160 mil toneladas de alumínio (ABAL, 2007). Atualmente, com o desenvolvimento da indústria, tem-se utilizado em larga escala os materiais chamados de ligas metálicas. Esses são desenvolvidos para se atingir propriedades específicas, não obtidas com matérias-primas puras.

Portanto, neste projeto explorou-se o que são as ligas metálicas e o porquê de sua importância não só no cenário industrial, como também no cotidiano. Entretanto, devido à situação atual de pandemia e a impossibilidade de acesso aos laboratórios, as aulas foram adaptadas e passaram a abordar assuntos diferentes a cada mês, todos ligados à área de exatas. Trazendo assim, mais conhecimentos sobre diferentes temas – que podem ser ligadas ao estudo principal – como a refrigeração, a termodinâmica, a ótica, a biotecnologia, entre outros; servindo também de ajuda para a realização dos exames vestibular.

### METODOLOGIA DA PESQUISA

**Aula 1:** Introdução sobre o alumínio e suas ligas.

Através de pesquisas na internet, um questionário foi respondido com o objetivo fazer a familiarização do tema principal do projeto e contextualizar o aluno na formação do conhecimento sobre a importância do alumínio e suas ligas.

**Aula 2:** Tratamento de imagens das ligas imersas em solução salina.

Utilizando as ferramentas do Word e PowerPoint, tratou-se as imagens dos corpos de prova que foram degradadas de acordo com a norma ASTM G1(2003) (Figura 1).

**Aula 3:** Ensaio caseiro de corrosão.

Experimento de análise, onde duas amostras de um clip de papel metálico, um ao ar livre e o outro em solução salina foram observadas por 600 horas (25 dias) (Figura 2).

**Aula 4:** Perda de massa em meio corrosivo e micrografias.

Construção de uma tabela e um gráfico, referentes ao dados da degradação por corrosão da liga A356 imersa em meio salino por ~6000 h (Gráfico 1).



**Fig. 1:** imagem do corpo de prova, antes do tratamento de imagem.



**Fig. 2:** Amostra do clip metálico durante o tempo 0 h (antes da imersão)

**Aula 5:** Bateria na forma de gelo.

Realização do experimento de montagem da bateria na forma de gelo com solução salina, com o objetivo de mostrar a produção de correntes elétricas através das reações de oxirredução dos metais presentes na estrutura (Figura. 3).

**Aula 6:** Refrigeração e termodinâmica

Representação do ciclo adiabático, utilizando o diagrama de Mollier P<sub>xh</sub> (Fig. 4); experimento com o objetivo de verificar o ponto de solidificação dos elementos de acordo com a potência do freezer doméstico, utilizando água, sal e álcool; experimento para a análise da taxa de condutividade térmica dos materiais, por meio de uma colher, uma tampa plástica e cubos de gelo.

**Aula 7:** Física moderna.

Utilização do programa GIMP, para montagem de imagens 3D, onde foi manipulado a variação de distância das imagens, para obtenção de diferentes resultados (Figura 5).

**Aula 8:** Práticas laboratoriais.

Realização de pesquisas na internet, para a montagem de um resumo sobre as vidrarias mais comuns usadas em laboratório.

**Aula 9:** Massa específica.

Experimento de lâmpada de lava caseira, feita com água, óleo e pastilha efervescente. (Figura 6).

**Aula 10:** DNA

Experimento de extração do DNA do morango

**Aula 11:** Materiais avançados e suas propriedades.

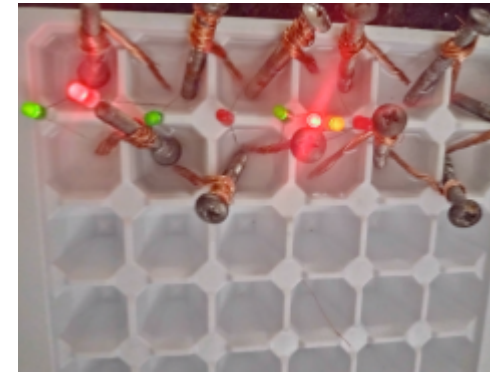
Pesquisa sobre alguns materiais tecnológicos e suas aplicações, como por ex.: pranchas de surfe e bolas de golfe; experiência de produção de um cristal de sal.

**Aulas 12 e 13:** Reciclagem e água.

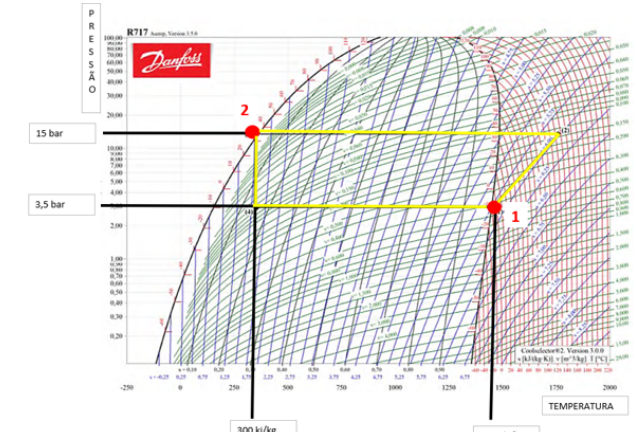
Respostas de um questionário sobre a reciclagem; experiência de criação de papel reciclado; desenvolvimento de redação abordando o tema “Insegurança Alimentar”.

**Aula 14:** Polímeros e sustentabilidade.

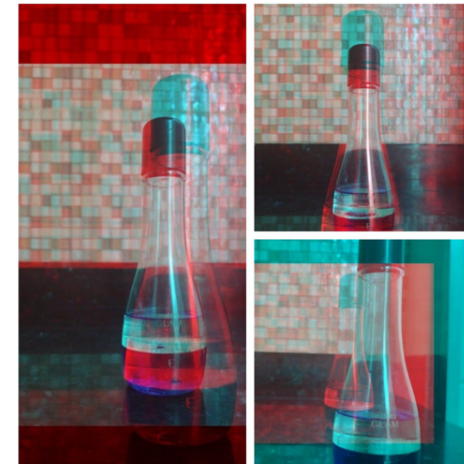
Desenvolvimento de um biopolímero feito à partir do amido de batatas inglesas.



**Fig. 3:** Bateria na forma de gelo, carregado em solução eletrolítica.



**Fig. 4:** Diagrama de Mollier P<sub>xh</sub>, com ciclo adiabático.



**Fig. 5:** Imagens 3D obtidas em três distâncias diferentes: 3cm, 5cm e 7cm.



**Fig. 6:** Experimento lâmpada de lava após a adição do comprimido efervescente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados de acordo com o tema do projeto, embora outros resultados também tenham sido obtidos. Porém devido à situação atual, o projeto foi realizado à distância de modo que os temas mudavam quinzenalmente mas sempre relacionado ao tema proposto.

**Aula 1:** De início, foi passado uma base sobre a tratativa do tema do projeto e os materiais usados em ensaios de corrosão, onde foi respondido um questionário, a fim de sanar um pouco as dúvidas dos alunos.

**Aula 2:** Foi demonstrado como se realiza o tratamento de imagens usando as ferramentas do Microsoft Word e do PowerPoint, essas imagens no caso, são utilizadas na preparação de um relatório de um ensaio de corrosão, para observação do corpo de prova. Essa atividade foi necessária para a preparação para o ensaio caseiro de corrosão compreendido na aula seguinte (Aula 3).

**Aula 3:** No ensaio caseiro de corrosão, foi possível observar como o sal pode ser conservante ou degradante para cada situação. No caso do clipe, o sal acelerou o processo de corrosão e formação de ferrugem devido ao íons presentes que formaram uma ponte salina, possibilitando o fenômeno de oxirredução; no final foi realizado um relatório com todas as fotos do processo.

**Aula 4:** Melhor entendimento de como apresentar os resultados de perda de massa da liga Al-7%SiMg (A356) usada em rodas automotivas em contato com meio corrosivo: solução de NaCl (3,5%, m/v) (Gráfico 1).

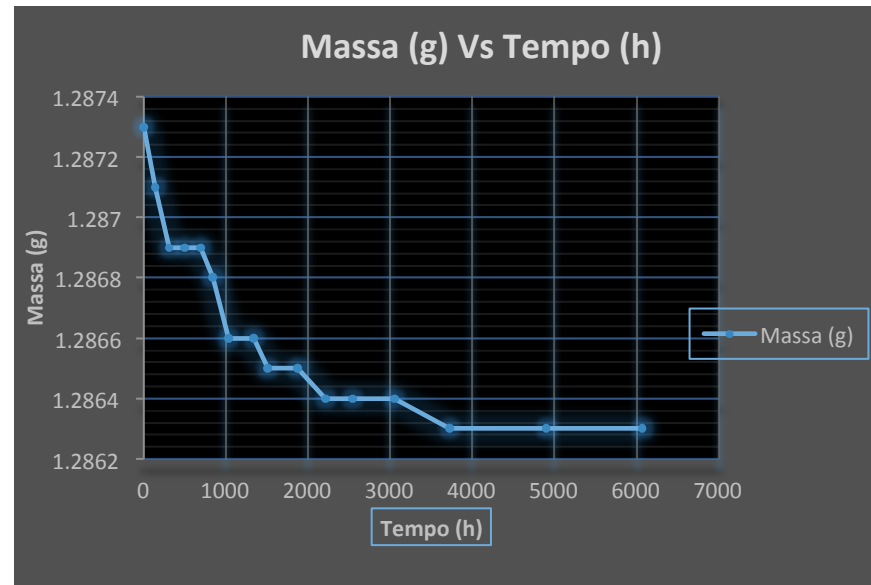


Gráfico 1: Perda de massa(g) da liga A356 em função do tempo (h).

**Aula 5:** Para a construção da pilha de forma de gelo foram necessários dois eletrodos: fios de cobre e parafusos zincados. A primeira etapa foi juntar o fio de cobre, formando um “V”, sendo a metade o parafuso zincado e a outra metade o cobre. A próxima etapa foi carregar a forma de gelo, colocando uma pequena quantidade de sal em cada espaço da forma, logo depois enchendo os espaços com água de modo que não transbordasse para outro espaço. Dando sequência foi necessário colocar os parafusos dentro dos espaços da forma, sendo de um lado a cabeça do parafuso e do outro lado o cobre, sempre intercalando. O NaCl foi adicionado para formar uma solução eletrolítica, cada espaço da forma de gelo ligado pelo parafuso e pelo cobre são nada mais que pilhas em série, ligando o lado positivo no negativo. A Figura 3 mostra o experimento com as luzes acesas.

**Aula 6:** Durante o primeiro experimento foi possível analisar que o álcool possui um ponto de solidificação baixo, e que por isso o freezer doméstico não é capaz de solidificá-lo. No outro experimento pode-se concluir que os metais são bons condutores de transferência de calor.

**Aula 7:** Utilizando os óculos 3D, construído com recursos caseiros, foi possível recriar ao máximo a sensação de realidade em três dimensões observando as fotografias criadas no software GIMP. Os melhores resultados foram as fotos com distâncias de 5 cm e 7 cm de variação entre a primeira e terceira foto.

**Aula 8:** Foi realizada a descrição e a função de equipamentos e vidrarias laboratoriais relativos ao processo de organizacional e às condições sob as quais estudos e pesquisas referentes à saúde e meio ambiente são planejados, realizados, monitorados, registrados, arquivados e relatados.

**Aula 9:** A massa específica é uma grandeza que relaciona a massa de um material e o volume por ele ocupado (massa específica = massa/volume ou  $\rho = m/v$ ). No entanto, com a grande maioria das substâncias, quando a temperatura aumenta, essa grandeza fica menor; e quando a temperatura diminui, a massa específica aumenta. O experimento proposto mostrou de forma bem interessante como essa propriedade pode variar com a temperatura.

**Aula 10:** Na molécula de DNA existem duas longas fitas de nucleotídeos que se enrolam formando uma estrutura de dupla hélice. Uma das razões de se trabalhar com morangos é que por serem muito macios e fáceis de homogeneizar, são mais eficientes para se extrair o DNA pois, eles possuem 8 cópias de cada conjunto de cromossomos, o que facilita a extração. A atividade realizada teve como objetivo facilitar a compreensão das correlações da química e da biologia na genética e que por isso é importante saber sobre as estruturas e como funcionam (Figura 7).

**Aula 11:** O objetivo dessa atividade foi sensibilizar os estudantes para os recentes desenvolvimentos científicos e para as mudanças tecnológicas atuais. Esta unidade curricular está vocacionada para a apresentação de temas atuais de investigação e desenvolvimento na área dos materiais, sendo organizada como um conjunto de seminários que desenvolvam trabalhos de investigação e/ou desenvolvimento no tocante aos materiais. Foi dando particular ênfase aos trabalhos que podem ser realizados por um Engenheiro de Materiais e sua importância de atuação. Ademais, com a realização do experimento foi possível perceber que cristalização é um processo de separação em que é possível obter um composto sólido, tipicamente cristalino, a partir de uma solução saturada (isso é necessário para que exista um equilíbrio na concentração da interface). O crescimento dos cristais ocorre por meio da diferença de concentração entre a solução e a superfície do sólido (Figura 8).



**Fig 7:** DNA extraído do morango.



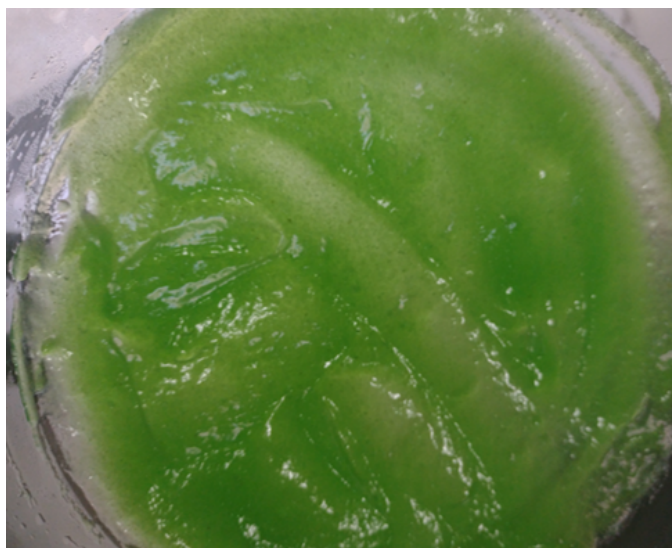
**Fig 8:** Cristal de Sal formado após determinado tempo.

**Aulas 12 e 13:** Reciclar é dar um uso para um determinado material após a sua primeira utilização. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei n. 12.305/2010, a reciclagem é o “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária”. Outros dois aspectos positivos resultantes da reciclagem é geração de renda e a diminuição da limpeza urbana e diminuição de emissões de gases causadores do efeito estufa, por exemplo, a produção de plástico resulta na emissão de uma grande quantidade de fumaça e conseqüentemente polui o ar (SAE, 2020). Os ganhos não só ambientais, mas também sociais e econômicos. Para o meio ambiente a reciclagem contribui para conservação da água, uma vez que a água está embutida em todos os processos de produção, seja de maneira direta ou indireta. Esta atividade teve o objetivo de enfatizar que a reciclagem é essencial para mantermos uma sociedade sustentável, através do experimento onde fizemos um papel reciclado (Figura 9). Além do reaproveitamento do resíduo como matéria-prima de novos produtos, o que gera economia em diferentes setores industriais e comerciais.

**Aula 14:** É praticamente impossível pensar em nossa sociedade sem o uso de plásticos, por isso, uma alternativa para ajudar a minimizar o problema da produção de lixo é a produção de plástico biodegradável, isto é, que seja degradado por microrganismos presentes no meio ambiente, convertendo-o em substâncias simples existentes naturalmente em nosso meio, como  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , integrando-se totalmente à natureza. A degradação dessas macromoléculas resulta da ação de microrganismos de ocorrência natural, como bactérias, fungos e algas. Desta forma, foi produzido um biopolímero caseiro extraído de amido através de batatas inglesas (Figura 10).



*Fig. 9: Papel reciclado produzido com poucos materiais.*



*Fig. 10: Bioplástico em processo de secagem.*

## CONCLUSÕES

Os aspectos mais importantes dos estudos foi o aprendizado sobre tratamento de imagens, coleta de dados, uso e interpretação de gráficos e tabelas, documentação de experimentos, montagem de fotos 3D, desenvolvimento de habilidades em diferentes programas de computador, conscientização sobre a reciclagem e a importância da geração de menos resíduos. O projeto foi uma ótima oportunidade que possibilitou o despertar o interesse dos alunos mostrando diferentes áreas de atuação e suas importâncias servindo como guia escolha de carreira, mediante o desenvolvimento de atividades e convivência com procedimentos e metodologias adotadas em pesquisas científicas, oferecendo assim, oportunidades de complemento de formação pessoal, aprimoramento de conhecimentos e preparo para a continuidade de estudos em nível superior.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. MUNDO AUTOMOTIVO. São Paulo: ABAL, 2007.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. G1-03: Standard practice for preparing, cleaning, and evaluating corrosion test specimens. ASTM, 2003.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Política de Resíduos Sólidos - Lei n. 12.305/2010.

Superintendência de Água e Esgoto. SAE, 2020.