



## METODOLOGIA:

Diversas atividades foram realizadas aplicando-se os princípios de aprendizagem ativa. Foram desenvolvidos mapas mentais de engenharia química e engenharia de materiais. Conjuntamente com os mapas mentais, foi realizada uma pesquisa básica sobre os materiais do cotidiano. Essa atividade consistiu em uma pesquisa sobre materiais específicos e suas propriedades, sendo necessário para compreender melhor a matéria em que o projeto está inserido, criando uma base de conhecimento para continuar a elaboração do projeto.

Em seguida, foi realizada a atividade que englobaram os conhecimentos de estrutura cristalina. Para essa aprendizagem foram realizadas experiências, como a confecção de estruturas com bolas de isopor, para facilitar a visualização tridimensional e crescimento de cristais, onde foi utilizado o Sulfato de cobre II pentahidratado.

Na sequência foi estudo o processamento dos materiais. Para tal, foi realizada um experimento de fundição. Esse processo consistiu no aquecimento do metal e, logo após foi observado o resfriamento do metal, até que, como resultado, obteve-se o corpo de prova. Assim, a observação do processo desde o início da fundição até a formação do corpo de prova possibilitou que a compreensão sobre determinadas etapas fosse facilitada.

Outro processo estudado foi a metalurgia do pó, que consiste na utilização do pó de metal e a compactação do mesmo para transformá-lo em uma peça, esse processo foi realizado em laboratório, e com ele também foram estudadas as diversas aplicações da metalurgia do pó.

Ademais, no laboratório, foi feito o ensaio de dureza e tração, onde foram utilizados dos materiais disponíveis para aprimorar os conhecimentos sobre as propriedades mecânicas dos materiais.

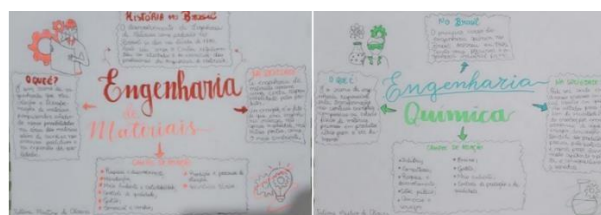
Foi realizado ensaio de degradação por corrosão de ligas de alumínio produzidas por fundição e da metalurgia do pó. Esse ensaio iniciou no dia 10 de abril e foi finalizado no dia 26 de junho. As amostras eram preparadas e

colocadas na solução, onde ficavam descansando por cerca de 15 dias, e então eram retiradas e em seguida medidas e pesadas, afim de acompanhar o processo de perda de massa e identificar as transformações sofridas pelas peças.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

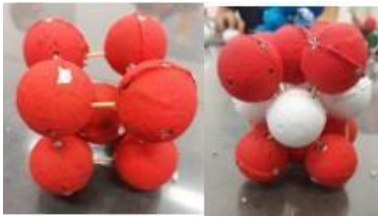
Conforme descrito na metodologia, primeiramente foi realizada uma tarefa para conhecimentos gerais sobre os materiais, que resultou em um mapa mental sobre a engenharia de materiais e a engenharia química, conforme pode ser observado na Figura 1. Mapa mental é um dos métodos mais populares para o aprendizado que auxilia na construção de um estudo produtivo, ajudando na memorização e no entendimento.

Figura 1. Mapas mentais referentes as Engenharias de Materiais (esquerda) e Química (direita)



A estrutura dos materiais é essencial para determinar suas propriedades e comportamentos quando usados em diferentes contextos. Compreender a estrutura interna, desde a disposição atômica até a microestrutura, permite prever e controlar características como resistência, ductilidade e condutividade. Esta compreensão é fundamental para o desenvolvimento de novos materiais com propriedades específicas, a fim de maximizar seu desempenho em setores como construção civil, indústria aeroespacial e eletrônica, bem como para promover avanços tecnológicos e inovação. Para tal, foram confeccionadas estruturas com bolas de isopor. Esse trabalho teve por objetivo usar figuras tridimensionais para melhor compreensão. Na figura 2 está sendo apresentada as estruturas referentes as células unitárias cúbicas de corpo centrado (CCC) e cúbicas de faces centradas (CFC), que são estruturas típicas encontradas para os metais.

Figura 2. Representação das estruturas CCC e CFC, construídas com bolas de isopor.



A fim de concretizar o conhecimento sobre as estruturas dos materiais foi realizado um experimento de crescimento de cristais. Para isso, cresceu-se monocristais de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Na figura 3 está sendo apresentado o monocristal, que possui uma estrutura cristalina monoclinica. Esse tipo de estrutura é representado por ter os três lados diferentes e possui um dos ângulos internos diferentes de  $90^\circ$ . A utilização prática dos materiais para a criação da representação das estruturas cristalinas foi uma importante ferramenta para facilitar a compreensão sobre os materiais e de como eles são organizados no espaço.

Figura 3. Imagem representativa do experimento de crescimento de cristais de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .



Para a memorização dos conteúdos aplicados foram confeccionados *flashcards*. Outro método de aprendizagem utilizado no projeto, que possibilitou principalmente a memorização dos principais tópicos do conteúdo e identificação de pontos em que os estudos precisam ser aprimorados, de maneira resumida, apontou as falhas ocorridas nos estudos e auxiliou a compreender e memorizar o conteúdo.

Para o entendimento de processamento de materiais foi realizado um ensaio de fundição (Figura 4). Esse processo de fabricação consiste em aquecer, em geral, o metal até se tornar líquido e depois verter em um molde para solidificar na forma desejada. Aplicações em indústrias como automotiva,

aeroespacial, construção civil e produção de componentes de máquinas e equipamentos incluem o uso comum dessa técnica para a fabricação de peças complexas e de grande precisão. Ao enxergar como o processo ocorre em laboratório, a tarefa de compreender as etapas da fundição e do resfriamento foi facilitada, de modo que melhorou o aprendizado da matéria.

Figura 4. Corpo de prova confeccionado por fundição.



A metalurgia do pó é um processo de fabricação que envolve a compressão de pós, metálicos e não metálicos, em um molde. Em seguida, há um aquecimento controlado para que o material solidifique sem fundi-lo totalmente. Em comparação com os processos tradicionais, esse método permite a criação de componentes com formas complexas e características particulares, utilizando menos energia e gerando menos resíduos. A indústria automotiva, eletrodomésticos, ferramentas e eletrônicos usa metalurgia do pó porque é eficaz e preciso na fabricação de produtos duráveis e de alta qualidade. A figura 5 representa um corpo de prova produzido por essa rota.

Figura 5. Corpo de prova confeccionado por metalurgia do pó.

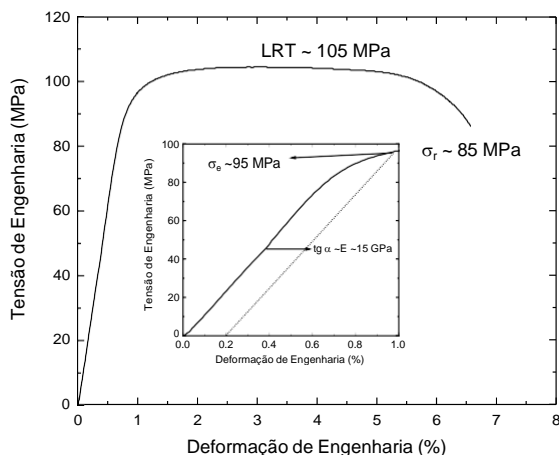


Para analisar as propriedades mecânicas desses materiais foram realizados experimentos de dureza e ensaio de tração. O ensaio de dureza é um método para avaliar a resistência de um material à penetração ou deformação permanente. Este teste, realizado aplicando força a uma ponta dura que é pressionada contra a superfície do material,

avalia a resistência e a durabilidade de metais e outros materiais ao desgaste. É amplamente usado em indústrias como automotiva, aeroespacial e de construção para garantir que os materiais utilizados atendam aos padrões de qualidade e desempenho exigidos. Neste experimento encontrou-se uma dureza de aproximadamente 52 HV para a liga de bismuto fundida.

O ensaio de tração avalia a resistência de um material a uma força que tende a alongá-lo até a ruptura. O corpo de prova foi esticado até quebrar durante o teste (Figura 6). Através do gráfico obtido permitiu determinar a tensão máxima e deformação que esse material suportou. Esses parâmetros são frequentemente usados na engenharia e na fabricação de componentes estruturais para garantir a segurança e a eficiência dos materiais em uma variedade de aplicações industriais. Logo, por meio da análise gráfica extrai-se o limite de resistência à tração que foi de 105 MPa, o limite de escoamento, que foi de 95 MPa e o módulo de rigidez que foi de 15 GPa.

Figura 6. Curva do ensaio tensão versus deformação de engenharia para a liga fundida.



O processo conhecido como ensaio de degradação de materiais é utilizado para avaliar como os materiais se deterioram ao longo do tempo sob condições específicas, como exposição à luz solar, umidade, calor e agentes químicos, entre outros fatores ambientais. Esse teste é essencial para prever a vida útil e a durabilidade de materiais em vários ambientes,

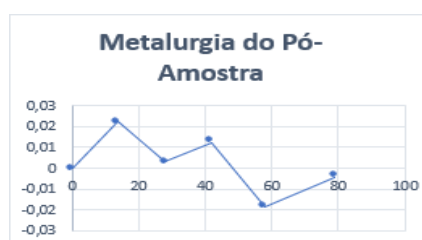
garantindo que eles mantenham suas propriedades e funcionem corretamente. É amplamente usado em setores como construção civil, automotivo, aeroespacial e embalagens, ajudando no desenvolvimento de materiais mais duráveis e resistentes para uma variedade de usos. Essa análise foi realizada durante 3 meses. Os dados das medidas das amostras estão compilados na Tabela 1. A cada vez que a amostra era inspecionada se observou a formação de uma camada branca na superfície. Essa camada, muito provável, é a formação de óxidos complexos. Similar ao que ocorre quando deixamos uma esponja de aço na pia e ela começa a ficar avermelhada, ou seja, ferrugem.

**Tabela 1. Dados das amostras, como diâmetro e espessura, que foram produzidas por fundição e metalurgia do pó, respectivamente:**

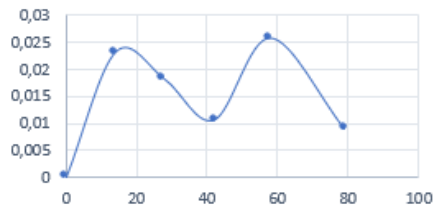
DIA	ANÁLISE VISUAL	DIÂMETRO	ESPESSURA	ANÁLISE VISUAL	DIÂMETRO	ESPESSURA
10/4		14,9 mm	2,15 mm		9,8 mm	2,1 mm
24/4		14,85 mm	2,4 mm		9,95 mm	2,30 mm
08/5		14,86 mm	2,14 mm		9,8 mm	2,22 mm
22/5		15,1 mm	2,45 mm		9,9 mm	2,3 mm
5/6		15,15 mm	2,45 mm		10 mm	2,40 mm
26/6		15,10 mm	2,40 mm		9,85 mm	2,40 mm

A análise da perda/ganho de massa em função do tempo está sendo apresentado na Figura 7. Pode-se observar que em alguns momentos há uma perda de massa, devido ao óxido formado que se combinam com material. Em outros momentos ocorrem ganhos de massa. Isso pode ocorrer devido ao processo de corrosão onde o material se degrada e se dissolve.

Figura 7. Curvas de variação de massa em função tempo.



### Fundição - Amostra



Esses processos podem ocorrer ao mesmo tempo ou em diferentes etapas do ensaio de degradação. Ao longo do tempo, isso resulta em variações na massa do material. A análise dessas mudanças de massa é essencial para compreender o comportamento e a durabilidade do material em determinadas condições.

### CONCLUSÕES:

Cada atividade realizada trouxe diferentes resultados que auxiliaram nos estudos, começando com o aprendizado de métodos de estudos produtivos que auxiliam no aprendizado e na memorização, depois foram realizadas figuras tridimensionais com o objetivo de chegar a uma melhor compreensão e visualização sobre as estruturas dos materiais, e, para fixar e aprofundar o aprendizado sobre tal assunto foi realizada a atividade de crescimento de cristais. A atividade dos flashcards apresentou um novo método de aprendizado, além de mostrar locais de falhas no estudo, que necessitam de melhorias. O ensaio de fundição e a realização da metalurgia do pó resultou na utilização do laboratório como meio de estudar e compreender tanto o funcionamento de determinados processos quanto sua aplicabilidade em diversas áreas. Já o experimento de dureza e ensaio de tração serviram para analisar as propriedades mecânicas dos materiais e suas aplicações. Com o ensaio de degradação foi possível entender sobre a durabilidade e vida útil dos materiais e sua importância.

Ao realizar as atividades, também foi necessário estudar suas aplicações no dia a dia ou mesmo o seu papel nos estudos do projeto. Como já dito, o mapa mental e os flashcards fornecem um estudo produtivo e boa organização dos conhecimentos básicos. Enquanto os conhecimentos sobre as estruturas dos materiais, além de mostrar como controlar e

prever certas características dos materiais, ela tem utilidade em muitas áreas industriais ou de tecnologia, por exemplo. Já o processo de fundição pode ser aplicado para a confecção de peças de grande precisão e complexas, sendo utilizado em várias ramificações das indústrias, como a aeroespacial, por exemplo. A metalurgia do pó é utilizada principalmente em eletrônicos, ferramentas e na indústria automotiva, e facilita a criação de componentes complexos. O ensaio de dureza e tração são usados em indústrias como a automotiva e têm como finalidade garantir a qualidade e desempenho necessários. E por fim, o ensaio de degradação é necessário em construção civil, por exemplo, para a vida útil e a resistência dos materiais em diversas condições e ambientes.

De modo geral, o projeto auxiliou no estudo e aprendizado de maior eficiência, durante o período de realização das atividades foi trabalhado a respeito dos materiais e as propriedades específicas do mesmo, além da importância do estudo de suas características, permitindo identificar as formas em que a ciência do material pode ser encaixada em diversos cenários. Ademais, os métodos de aprendizagem também foram essenciais para o desenvolvimento do projeto, já que os mesmos ajudaram a construir uma base de conhecimentos básicos necessários para a continuação das atividades. Com o projeto, além de aprender sobre o conteúdo em si, também é possível entender de maneira clara sobre como funcionam muitos dos elementos encontrados na vida cotidiana.

### BIBLIOGRAFIA

CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais - Uma introdução**. Ed. LTC. 10ª

Edição. 2021

COELHO, Maria das Graças; MATOS, Roberta.

**Êxito- Guia para otimização da rotina de estudos a distância**.

<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/582344>

SHACKELFORD, James F. **Ciência dos materiais**. Pearson Prentice Hall, 2008.