



## Frustrações Magnéticas em Arranjos de Barra Magnética

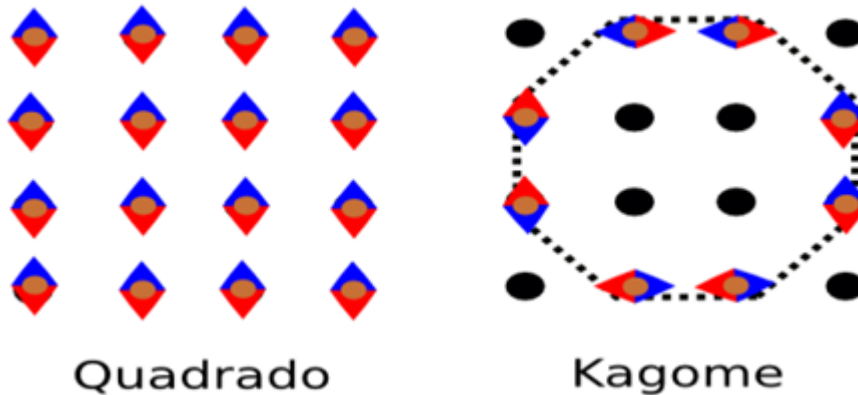
Magnetismo é um fenômeno que está relacionado com a interação, seja ela entre dois ou mais materiais magnéticos ou a interação entre um material magnético e um campo magnético aplicado. Essa interação pode ser de atração ou repulsão dependendo das características magnéticas dos materiais. De maneira geral, os materiais magnéticos podem ser classificados em diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos. Nesse projeto de PIBIC-EM nós estudaremos os materiais do tipo ferromagnético que, ao encontra-se sob aplicação de um campo magnético numa determinada direção, poderia se converter num ímã permanente. Quando ocorre este fato, se diz que o campo magnético aplicado magnetizou o material ferromagnético. Para desmagnetizá-lo, ou seja, tirar o estado de ímã permanente, basta aplicar um campo magnético na direção oposta.

Ao manipular dois ímãs observamos que eles se atraem ou repelem dependendo da sua orientação, devido ao fato de que todo ímã possui um polo Norte e um Sul. Quando há uma interação entre dos polos iguais, sejam Norte-Norte ou Sul-Sul, os ímãs se repelem, e quando a interação é entre polos diferentes (Norte-Sul) resulta numa atração. Desta maneira surgem as seguintes perguntas: Como deve-se comportar um sistema composto por vários ímãs se atraindo e se repelindo simultaneamente? E como esses ímãs se comportam quando estão arranjos em diferentes geometrias? O objetivo deste trabalho é responder essas perguntas que, mesmo de aparência simples, envolvem uma incrível e densa física do magnetismo. Para isso, montaremos diferentes geometrias de arranjos de pequenos ímãs com o intuito de evidenciar a dependência do comportamento magnético do sistema com o arranjo dos ímãs, pois estes devem interagir com o campo magnético aplicado e com os demais elementos do arranjo.

Os materiais que usaremos no projeto são: uma placa de plástico, agulhas magnéticas, uma bobina de Helmholtz e uma Webcam. Para a construção dos arranjos de ímãs será utilizado como suporte a placa de acrílico, onde vai ser desenhado as geometrias para a colocação das agulhas magnéticas, facilitando a construção e análise dos resultados,



garantindo um perfeito ordenamento a geometria em estudo. As agulhas magnéticas se organizaram como as diferentes estruturas mostradas na Figura 1. Depois, a placa já com as agulhas organizadas foi colocada dentro da bobina de Helmholtz e, posteriormente, foi aplicado um campo magnético.

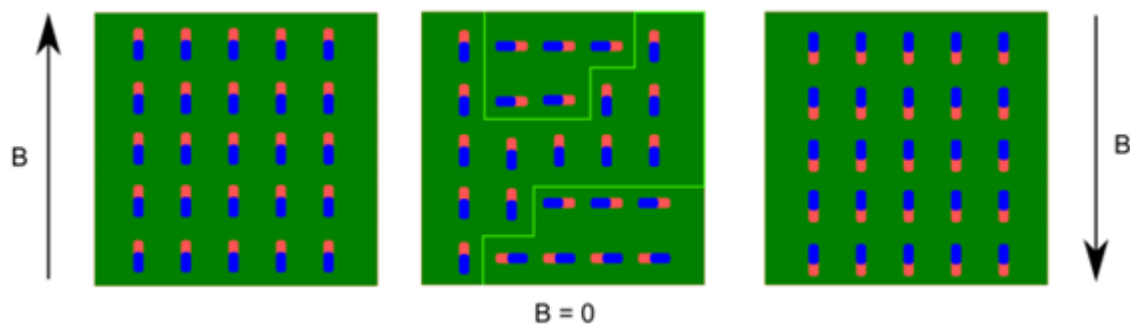


**Figura 1.** As agulhas serão arranjadas de forma Quadrada e Kagome na placa acrílica de tal forma que consigam girar evitando o atrito.

Como mostrado na figura 2, as agulhas seguem a direção do campo magnético. Se o campo aplicado é reduzido os poucos até chegar a zero, as agulhas iniciam a mudar de direção formando-se domínios magnéticos, os quais são controlados pela interação entre as agulhas. Conhece-se como domínio magnético, uma região do sistema onde todas as agulhas têm a mesma direção. Dessa maneira, quando se muda a forma da agulha e a geometria do arranjo, por exemplo, quadrada ou hexagonal, modifica-se a interação entre elas e conseqüentemente a forma dos domínios magnéticos. Assim, é esperado que em sistemas artificiais, como os desenvolvidos nesse trabalho, os domínios magnéticos dependam da geometria dos sistemas em estudo. Os arranjos montados serão inseridos em uma bobina de Helmholtz, responsável por gerar um campo magnético uniforme, para a manipulação do arranjo de ímãs magnetizando e desmagnetizando o sistema em estudo, a fim de se obter os estados de domínios magnéticos em nosso sistema de ímãs.



Para análise dos arranjos durante o processo de magnetização e desmagnetização utilizaremos um sistema de aquisição de imagens automatizado, utilizamos uma Webcam e um software em Python, sendo possível correlacionar os dados de campo magnético e o estado do arranjo dos ímãs, realizando assim uma descrição dos fenômenos observados.



**Figura 2.** Da esquerda para a direita, está sendo aplicado um campo magnético para saturar o arranjo de ímãs. Na segunda figura o campo chega a zero sendo possível observar a formação de domínios magnéticos.

A princípio o nosso projeto consistia em estudar a frustração magnética, montar um sistema magnético utilizando agitadores magnéticos (os peixinhos) que são nada mais do que pequenos ímãs cobertos por plástico teflon em forma de um cilindro com a simetria em 3D. Nesse sistema iríamos estudar e compreender se a geometria do ímã que fosse colocado no sistema racionaria ao campo magnético. Por isso, cada um dos três estudantes que cursamos o PIBIC-EM de Física no laboratório de magnetismo e baixas temperaturas (LMBT) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), iríamos usar ímãs com formas geométricas diferentes, com o intuito de no final poder comparar os resultados e apresentar uma resposta para o problema em questão. Entretanto, devido a pandemia do COVID-19, não conseguimos realizar grande parte do projeto, principalmente na parte experimental. Desde então, viemos estudando no formato EDA sobre o magnetismo e é nesses estudos que o nosso projeto se transformou. Creio que a parte experimental de qualquer projeto seja



a parte mais esperada e desejada pelos estudantes ou pesquisadores do projeto, infelizmente não conseguimos ter tais desejos realizados, olhando por outro lado e deixando os momentos excruciantes de lado. As aulas online são de grande ajuda em momentos difíceis e o melhor é que ainda saímos ganhando nessa, ganhando conhecimento.