

ESTUDO DA ALTERAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA PELA AÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO

STUDY OF THE ALTERATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE WATER BY THE ACTION OF MAGNETIC FIELD

WILLIAM ARGOLO **SALIBA**¹, ALEXSANDER LUIZ **QUINTÃO**², KARINI SENA **AMORIM**², MARCELO **RANGEL**², NAYANE ALVARENGA **ANDRADE**², PRISCILA **FREITAS**², THALLES **OLIVEIRA**², ARILTON **JANUÁRIO BACELAR JÚNIOR**³

1. Professor do curso de engenharia química da Faculdade Única de Ipatinga; 2. Graduandos do curso de engenharia química da Faculdade Única de Ipatinga; 3. Professor do Curso de Farmácia da Faculdade Única de Ipatinga.

* Rua Salerno nº299, Bairro Betânia, Ipatinga, Minas Gerais, Brasil. CEP:35162-779 dr.arilton@gmail.com

Recebido e 10/03/2016. Aceito para publicação em 11/05/2016

RESUMO

Esta pesquisa científica teve como objetivo verificar a influência de amostras de água expostas a luz e a diferentes campos magnéticos gerados por ímãs sobre a germinação e desenvolvimento das plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). A metodologia do trabalho baseou-se em revisão de literatura, teste biológico e tratamento estatístico dos dados obtidos. Os resultados encontrados demonstraram que uma das amostras de água estimularam o crescimento e germinação das plântulas de feijão quando comparado com o controle.

PALAVRAS-CHAVE: Água, campo magnético, plântulas de feijão.

ABSTRACT

This scientific research had as objective to verify the influence of the water samples exposed to light and the different magnetic field generated by magnets on the germination and development of seedlings of beans (*Phaseolus vulgaris L.*). The methodology of the work was based on literature review, biological test and the statistical treatment of the data obtained. The results obtained showed that one of the water samples stimulated the growth and germination of seedlings of beans when compared with the control.

KEYWORDS: Water, magnetic field, seedlings of beans

1. INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento na face da Terra, um dos parâmetros que diferencia o homem dos outros animais é a capacidade de utilizar os recursos naturais e modificar o ambiente à sua volta. Entretanto, nos últimos anos tem-se dado grande importância ao uso racional dos recursos do planeta. A água é um desses recursos. De suma importância para a sobrevivência humana, a essa substância tem causado muitas discussões na comunidade científica. Ainda hoje, sua estrutura e comportamento

não são totalmente compreendidos e causam polêmica entre estudiosos¹.

As moléculas de água tendem a formar cachos devido às ligações de hidrogênio intermoleculares. Esses aglomerados denominados clusters possuem natureza dinâmica, onde as unidades de moléculas de água entram e saem a cada fração de segundo da estrutura do cluster. Este tem sua macroestrutura preservada, mesmo efetuando tantos movimentos conforme representado na Figura 1².

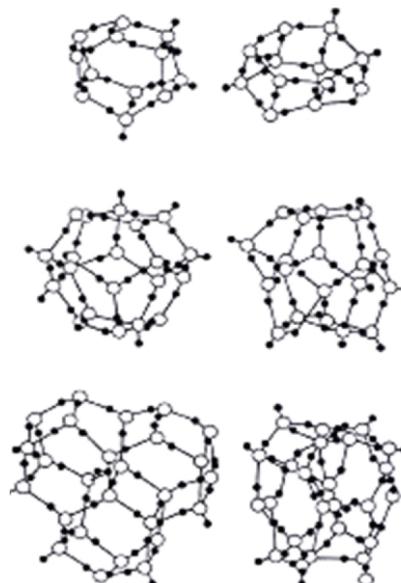


Figura 1: Clusters, aglomerados de moléculas de água. **Fonte:** <http://www.purific.com.br/produtos/#7>

O campo magnético irradiado em amostra de água ocasiona uma reorganização das moléculas dessa substância, mudando a conformação dos clusters³.

A estrutura cristalina da água magnetizada apresenta

diferença em relação estrutura da água não tratada com o campo magnético, esta afirmativa foi observada através de testes de cristalização e precipitação de soluções, modificando a morfologia dos cristais⁴.

O desempenho da solidificação da água destilada sujeitada a um campo magnético, a partir de análises térmicas, verificou-se que a água tem seu ponto de supercongelamento somado, quando sujeitada a um campo magnético maior ou igual a 0,5 T⁵.

A água ao sofrer a ação de campos magnéticos aumenta a atividade iônica do hidrogênio caracterizada pela movimentação dos íons H⁺ presentes em soluções. Quando o polo norte de um ímã foi submerso durante alguns minutos em um copo com água, o Potencial Hidrogeniônico (pH) da amostra ficou alcalino. Já quando foi submergido o pólo sul do ímã, a água ficou ligeiramente ácida⁶.

Existem várias literaturas que demonstram uma redução de 10% na tensão superficial da água, quando esta é exposta a campo magnético. O campo magnético reduz a tensão superficial da água “de torneira” de 71 para 65 mN/m. Essa variação é perdida dentro de alguns minutos⁶.

Por apresentar propriedades diamagnéticas, a água exposta a campo magnético, tende a influenciar este, formando correntes que irão repelir as linhas de força do campo aplicado. Tal afirmativa foi testada por N. Hirota et al (1995)⁷, onde o autor aproximou água pura a um campo magnético de 10 T, e verificou um abaixamento de 38,9 mm da superfície da água, demonstrando a influência do campo, onde a água é repelida pela ação do campo magnético.

A utilização da água tratada com campo magnético é ampla em diversas áreas. Na agricultura foi observado um aumento da produtividade do cultivo das plantações, quando estas foram irrigadas com água que ficou exposta a fluxo magnético. Reina (2001)⁸ propôs alguns modelos para explicar alterações nos mecanismos de penetração da água em membranas celulares de células que constituem sementes de alface.

Ainda não há teoria científica que explique tais alterações nas propriedades da água quando essa substância é exposta ao campo magnético. Várias pesquisas apenas propõem a utilização de água exposta a campo magnético para obter melhorias em alguns processos na agricultura e em indústrias⁹.

Neste trabalho, verificou-se a influência da água exposta a campo magnético gerado por ímã de 3500 Gs (0,35 T) na presença de luz sobre a germinação e desenvolvimento da plântula de feijão (*Phaseolus vulgaris l.*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O Nesta pesquisa foram medidos os comprimentos das plântulas de feijão tratadas com água deionizada exposta a campo magnético e luz proveniente de lâmpa-

da incandescente. Após a medição do comprimento da plântula, calculou-se a média dos valores encontrados para cada tratamento (AA, BB, AB e controle). Aplicou-se o teste F e a comparação múltipla das médias (Teste de Tukey) para verificar se as médias apresentavam diferença significativa ao nível de 5%. Os softwares utilizados no tratamento estatístico foram o Excel e o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Suporte estrutural para os ímãs

O suporte estrutural para os ímãs (Figura 2 e Figura 3) foi confeccionado de madeira com a finalidade sustentar os ímãs a uma distância suficiente para que fosse disposto o recipiente com a água que foi submetida ao campo magnético.

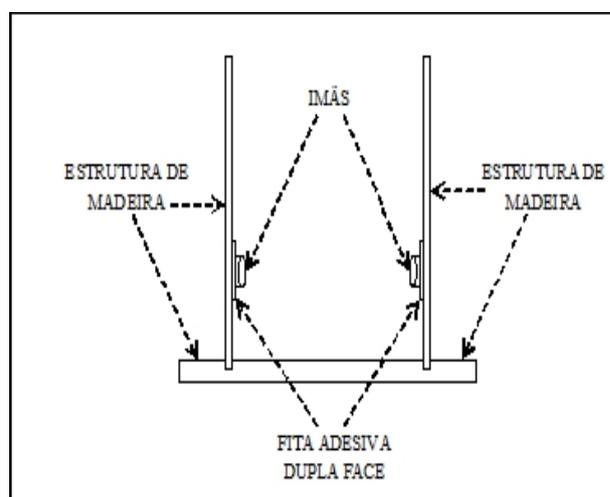


Figura 2. Esquema de montagem do suporte estrutural para os ímãs. Fonte: Elaborado pelos autores

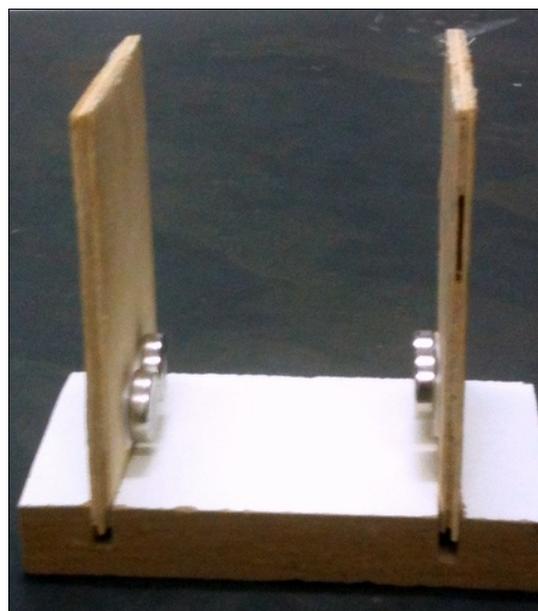


Figura 3. Foto do suporte estrutural para os ímãs. Fonte: Autores

O suporte é constituído de uma base retangular em madeira com dois sulcos paralelos aos lados menores onde foram inseridas duas placas retangulares de madeira (Figura. 4, Figura. 5, Figura.6). Os ímãs foram fixados nestas placas com fita adesiva dupla face.

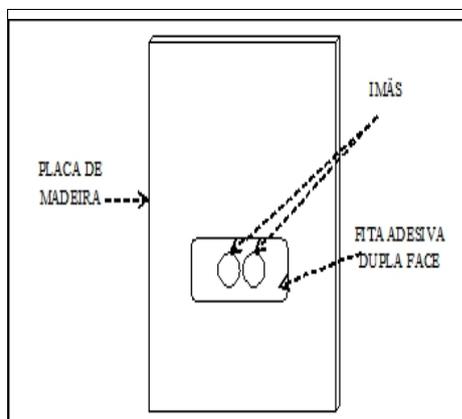


Figura 4. Vista frontal da placa de madeira com os ímãs fixados. **Fonte:** Elaborado pelos autores

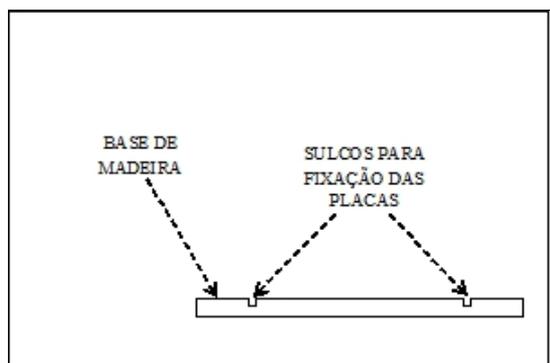


Figura 5. Vista frontal da base do suporte estrutural para os ímãs. **Fonte:** Elaborado pelos autores

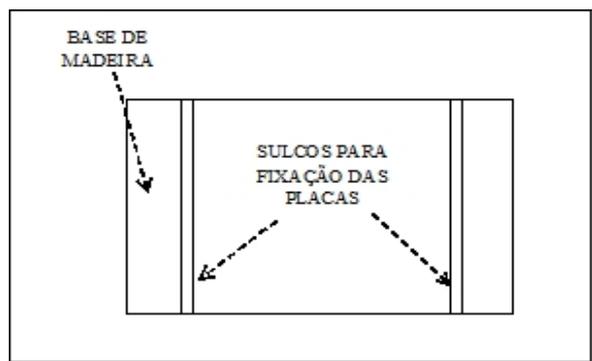


Figura 6. Vista superior da base do suporte do suporte estrutural para os ímãs. **Fonte:** Elaborado pelos autores

Cada placa continha um par de ímãs sendo a face do ímã voltada para a amostra utilizada na identificação dos tratamentos. Foram construídos três suportes conforme representado no Quadro 1.

Quadro 1. Tratamento utilizados no experimento.

Identificação do tratamento	Tipo de força do resultante proveniente do campo magnético	Faces do ímã voltadas para amostra
AA	Repulsão	Sul-Sul
BB	Repulsão	Norte-Norte
AB	Atração	Sul-Norte
Controle	-	Sem ímã

Frascos de amostra

Para a exposição da água ao campo magnético foram utilizados coletores universais de polietileno que foram colocados em cada um dos três suportes (Figura. 7). O controle foi deixado sobre uma base de madeira sem ímãs (Sem exposição ao campo magnético).



Figura 7. Foto do suporte estrutural para os ímãs com amostra em exposição. **Fonte:** Autores.

Ímãs

O campo magnético gerado por cada ímã neodímio-ferro-boro ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$) de grade N35 com diâmetro de $\varnothing = 14 \text{ mm}$ e espessura de $L = 4 \text{ mm}$, utilizado na execução experimentos foi de 3500 Gs (0,35 T) (Figura. 8).



Figura 8. Ímã neodímio-ferro-boro ($\varnothing = 14 \text{ mm}$ e $L = 4 \text{ mm}$). **Fonte:** Autores

Lâmpadas

Para o sistema de iluminação das amostras expostas ao campo magnético e amostra controle utilizou-se uma lâmpada incandescente da linha Cristal, fabricante Nards com tensão de 127 V e potência de 40W (Figura. 9).



Figura 9. Lâmpada Incandescente utilizada no experimento. **Fonte:** http://luzetc.com.br/loja/lampada-incandescente-bolinha-nards_189.html

Análise do crescimento da plântula de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Adicionou-se 100,0 mL de água deionizada em cada um dos béqueres, obtendo-se os seguintes tratamentos:

Quadro 2. Tratamentos utilizados no teste biológico.

Tratamento	Código*
Água não exposta ao campo magnético (Controle)	C
Água exposta ao campo magnético de repulsão Sul – Sul	AA
Água exposta ao campo magnético de repulsão Norte – Norte	BB
Água exposta ao campo magnético de atração Norte – Sul	AB

Os tratamentos ficaram expostos ao campo magnético provenientes dos ímãs, durante 24 horas sob incidência de luz proveniente de lâmpada incandescente com tensão de 127 V e potência de 40W, com exceção do controle que ficou nas mesmas condições de todas as amostras, no entanto não foi tratado com campo magnético.

O experimento foi realizado com feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) para a verificação do tamanho das plântulas e do percentual de germinação. Foram inseridas 20 unidades de feijões em pratos de 176,71 cm² cada, contendo em seu interior 250 g de gases (Figura 10).

Os pratos foram inseridos em caixas cartonadas individuais (com 22 cm de altura x 30 cm de largura x 43 cm de comprimento) previamente forradas com papel toalha, para dificultar qualquer entrada de iluminação, e coberta com tampa também cartonada, cada caixa foi identificada de acordo com a água utilizada (CONTROLE, A-A, A-B, A-B). Sendo mantida em local de pouca movimentação do laboratório.

Os feijões foram irrigados com 14,0 ml de água por dia, com o auxílio de um conta-gotas, por um período de

sete dias, com intervalos de 24 horas. No oitavo dia, foram mensuradas as plântulas de cada feijão germinado a partir do hipocótilo até o final da radícula principal (Figura 11).



Figura 10. Irrigação do feijão com água tratada pelo campo magnético. **Fonte:** Autores.

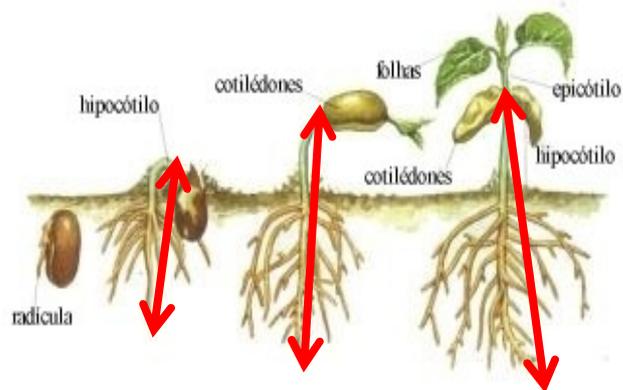


Figura 11. Comprimento da plântula de feijão. **Fonte:** LIMA e PIRES, 2007.

A mensuração foi feita um paquímetro graduado de 20,0 cm e com auxílio de uma trena. Registros fotográficos também foram feitos (Figura.12). Posteriormente foram calculadas as médias do crescimento das plântulas de feijão em cada tratamento, o resultado foi submetido à análise de variância e a comparação das médias através do teste de Tukey, a 0,05% de probabilidade.



Figura 12. Plântulas de feijão tratado com o campo magnético (Tratamento: Controle). **Fonte:** próprio autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ainda existem poucos trabalhos sobre a germinação e desenvolvimento de vegetais sobre efeito de campo magnético encontradas em literaturas até o momento. Barboza (2002)⁹ em sua dissertação realizou ensaios em laboratório e em campo de germinação em sementes de milho, rabanete e trigo, com irrigação de água exposta a campo magnético e com água não exposta ao campo, onde foram encontrados resultados significativos no desenvolvimento das amostras irrigadas com água exposta ao campo em relação às que não haviam sido expostas (controle).

O experimento foi feito em um delineamento experimental com 80 sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), divididos em quantidades iguais para quatro tratamentos. Estes encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3. Tratamentos utilizados no teste biológico.

Tratamento	Código*
Água não exposta ao campo magnético (Controle)	C
Água exposta ao campo magnético de repulsão Sul – Sul	AA
Água exposta ao campo magnético de repulsão Norte – Norte	BB
Água exposta ao campo magnético de atração Norte – Sul	AB

A avaliação consistiu em fazer a leitura do comprimento da plântula de feijão sete dias após o plantio das sementes no experimento. Após a medição do comprimento da plântula, calculou-se a média dos valores encontrados para cada tratamento. Aplicou-se o teste F e a comparação múltipla das médias (Teste de Tukey), utilizando o programa Excel – versão 2010 para verificar se as médias apresentavam diferença significativa ao nível de 5%.

Os comprimentos das plântulas de feijão no teste biológico estão representados na TABELA. 1.

Tabela 1. Comprimento das plântulas de feijão em cada tratamento.

COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS DE FEIJÃO			
A-B (cm)	B-B (cm)	A-A (cm)	Controle (cm)
8,82	5,92	16,13	19,50
13,98	7,11	13,84	16,83
18,22	10,07	11,38	16,01
18,59	10,31	11,21	14,40
18,38	9,46	10,40	14,40
12,76	11,68	9,17	11,10
6,85	14,45	8,15	9,67
14,96	13,51	3,61	8,33
18,51	13,94	4,09	7,15
9,36	13,17	4,38	5,96
16,34	14,30	5,12	4,31
15,86	18,16	5,50	6,37
13,50	15,27	2,61	5,84
14,93	14,66	1,13	2,23
10,25	6,78	1,05	1,66
25,20	6,16	1,02	0,86
31,40	4,83	0,78	0,00
26,00	3,76	0,53	0,00
0,00	2,73	0,64	0,00
0,00	1,14	0,69	0,00

A média, desvio padrão e variância dos dados obtidos por tratamento no teste biológico estão representados na TABELA. 2.

Tabela 2. Estatísticas descritivas

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio	
					Padrão	Variância
AB	20	,00	31,40	14,6955	7,81019	60,999
BB	20	1,14	18,16	9,8705	4,82466	23,277
AA	20	,53	16,13	5,5715	4,93188	24,323
CONTROLE	20	,00	19,50	7,2310	6,33815	40,172

No teste biológico encontraram-se os seguintes graus de liberdade.

De Tratamentos = 3

De Resíduos = 76

Do total = 79

Os dados obtidos com o teste F no teste biológico estão representados na Tabela. 3

Tabela 3. Dados obtidos a partir do teste F.

SQ TOTAL	SQ TRATAMENTO	SQ DOS RESÍDUOS
3779,310961	952,1938544	2827,117107
QM DO TRATAMENTO	QM DO RESÍDUO	F(Calculado)
317,3979515	37,1989093	8,532453166
$F_{(Tabelado)} 5\%$	2,72	1.1

O $F_{calculado}$ foi comparado com o $F_{Tabelado}$, com 3 e 79 graus de liberdade, na Tabela de F. De acordo com o teste F, foram encontradas evidências de diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos, com relação ao comprimento, já que o $F_{calculado}$ é maior do que o F a 5% de probabilidade. Rejeitou-se, portanto, a hipótese de nulidade H_0 . Deve existir pelo menos um contraste significativo entre as médias de tratamentos, com relação ao crescimento médio.

Depois de concluído que existe diferença significativa entre tratamentos, por meio do teste F, foi avaliado a magnitude destas diferenças utilizando o teste de Tukey com 5% de significância, pois o mesmo permite testar qualquer contraste, sempre, entre duas médias de tratamentos. Os resultados encontrados foram inseridos na Tabela 4.

Tabela 4. Comparação entre as médias dos tratamentos, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TRATAMENTO	MÉDIAS	LETRA
CONTROLE	7,231761	a
AA	5,571109	ab
BB	9,8707575	abc
AB	14,6952589	d

Do acordo com a Tabela 4, o comprimento das plântulas de feijão no tratamento AA apresenta diferença significativa em relação ao controle o que nos permite inferir que o campo magnético com polos contrários (AB – Norte Sul) alterou as propriedades biológicas da água, influenciando no desenvolvimento das plântulas de feijão. As médias dos tratamentos AA e BB não apresentaram diferença significativa quando comparadas com a média do controle. O comprimento das plântulas no tratamento AB também se diferenciou significativamente dos comprimentos das plântulas nos tratamentos AA e BB.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos infere-se que o campo magnético de 3500 Gauss causa alterações nas propriedades físico-químicas da água. No teste biológico, foi possível observar que quando comparamos a amostra

controle com a amostra exposta ao campo magnético gerado pelos polos norte-sul dos ímãs (tratamento AB) a diferença foi significativa com 95% de confiança dos resultados. Provavelmente as plântulas de feijão do tratamento (AB) desenvolveram mais, pois absorveram mais água. Isto foi possível por causa da diminuição dos clusters provocada pela ação do campo magnético.

Outros testes devem ser realizados variando-se o tempo de exposição das amostras ao campo magnético e a intensidade deste.

REFERÊNCIAS

- [01] Netto LF. Domínios Magnéticos (Ponto Curie). Disponível em: <www.Feiradeciencias.com.br/sala13/13_38.asp> Acesso em 16 de abril de 2012.
- [02] Nogueira P. Os mistérios da água. Revista Galileu. 2003; 145:73–7.
- [03] Porto MEG. Novos conceitos sobre a água e possibilidades de aplicação. Cultura homeopática, 2007; 21:19-23.
- [04] Freitas AMB. Influência do campo magnético na cristalização em solução. 1999. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, São Carlos.
- [05] Aleksandrov VD, Barannikov AA, Dobritsa NV. Inorg. Materials(Translation of Neorganic cheskie Materialy), 2000; 36:875.
- [06] Landgraf FJG, *et al.* Efeitos do campo magnético em soluções aquosas. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Porto Alegre, dez. 2004.
- [07] Hirota N, Homma T, Sugowara H, Iwasoka M, Ueno S, Yokoi H, Katsudate Y, Fujiwara S, Kamamura M.; Jpn. J Appl. Phys. PArt 2 1995; 34:991.
- [08] Reina FG, Pascual LA. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I. Theoretical considerations. BIOELECTROM. 2001; 22(8):589-95.
- [09] Barboza MA. Ação de Campos Magnéticos em Alguns Sistemas Químicos e Biológicos. 2002. Dissertação de mestrado Universidade de Campinas - Unicamp, Campinas.