

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA MESTRADO PROFISSIONAL**

LEONEL AROLDO ESTRADA FLORES

**EFEITOS DA ÁGUA CORRIGIDA POR MAGNETISMO E INFRAVERMELHO
LONGO NA GERMINAÇÃO E RELAÇÕES HÍDRICAS**

Maringá, PR

2019

LEONEL AROLDO ESTRADA FLORES

**EFEITOS DA ÁGUA CORRIGIDA POR MAGNETISMO E INFRAVERMELHO
LONGO NA GERMINAÇÃO E RELAÇÕES HÍDRICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional da Universidade Estadual em Maringá - como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof Dr. Carlos Moacir Bonato

Maringá, PR

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)


F634e	<p>Flores, Leonel Aroldo Estrada</p> <p>Efeito da água corrigida por magnetismo e infravermelho longo na germinação e relações hídricas. / Leonel Aroldo Estrada Flores. – Maringá, PR, 2019. vi, 42 f.: il. color., figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Carlos Moacir Bonato. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2019.</p> <p>1. Água magnetizada - Irrigação agrícola - Germinação. 2. Tratamento de água - Magnetismo. 3. Irrigação agrícola - Aproveitamento de água. 4. Evapotranspiração. I. Bonato, Carlos Moacir, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 631.7</p>
-------	---

LEONEL AROLDO ESTRADA FLORES

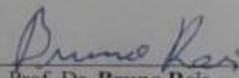
Efeitos da água corrigida por magnetismo e infravermelho longo na
germinação e relações hídricas

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Maringá, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agroecologia, para
obtenção do título de mestre.

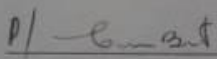
APROVADA em 15 de julho de 2019.



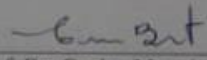
Prof. Dr. Mauricio A. C. de Melo



Prof. Dr. Bruno Reis



Prof. Dr. Aline Maia



Prof. Dr. Carlos Moacir Bonato
(Orientador)

“Disse-lhe Jesus: Todo o que beber desta água tornará a ter sede; mas aquele que beber da água que eu lhe der nunca terá sede; pelo contrário, a água que eu lhe der se fará nele uma fonte de água que jorre para a vida eterna” João 4:13-14.

AGRADECIMENTOS

Hoy es tiempo de agradecer, tiempo de derramar mi corazón al Señor Jesús por mas una meta alcanzada, toda honra, toda gloria sea dada a EL, pues sin su ayuda nada podria ser hecho.

Agradezco a mi amada esposa, amiga, Dra. Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada por sua ayuda, consejos y paciencia em todos los momentos a lo largo de todo este proceso; a Joana mi amada hija por su apoyo y fuerza, Dios las bendiga mucho

Agradezco a mi familia de Guatemala, a mi madre Ciriaca Garcia Flores por su ejemplo de fuerza y determinacion a lo largo de toda mi vida; a mi padre Eduardo Estrada Munoz (*in memorian*). A mi familia del Brazil, por el cariño y estimulo, em especial a mi querida mãe brasileira D. Joana (Anita) Freitas Schwan por sus consejos y muchas horas de conversa; a mi querido pai brasileiro Conrado Schwan (*in memorian- saudades*)

Agradezco al Professor Dr. Carlos Moacir Bonato por abrir las puertas de la orientacion, por la confianza, por sus consejos, permitiendome conocer nuevas áreas de la agricultura para ampliar mis conocimientos y com esto cambiar el rumbo professional de mi vida. Muchas gracias Bonato, Dios lo bendiga mucho, a usted, mi admiracion y respeto.

Agradezco a mi hermano y amigo Professor Dr. Mauricio Melo por su valiosa ayuda en el estudio, estrutura y analisis de la funcion del campo magnético em el agua.

Agradezco al professor Dr. Bruno Reis por sus valiosos consejos. Muchas gracias.

Mi agradecimiento a la empresa Fortmag em la persona de su diretor, el Sr. Daniel Pereira de Souza que cedio los instrumentos magnéticos para la realizacion de esta pesquisa, muchas gracias por su valiosa ayuda.

A mis amigos Larissa Zubek y Lucas Andrade por su valiosa ayuda a lo largo de estos dos anos, foram momentos agradables de trabajo.

A los profesores del programa de Pos-graduacion em Agroecologia-Mestrado Professional, agradezco por los enseñamientos recibidos.

A Leila Sena, por su gentileza, apoyo y amistad. Dios la bendiga mucho.

RESUMO

O consumo de água potável, na agricultura, representa aproximadamente 70% de todo o consumo mundial. A água é essencial para o desenvolvimento das culturas, o que tem levado a estudos que viabilizem o melhor aproveitamento daquela por estas. O efeito do magnetismo nesses processos e na germinação de sementes não está ainda bem determinado. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de água tratada por magnetismo e infravermelho longo, na germinação de sementes de sorgo bem como na evapotranspiração, na transpiração e na evaporação da água do solo cultivado com alface. Para isso, a água de torneira, água mineral e água de osmose reversa foram submetidas ou não ao tratamento com magnetismo e infravermelho longo e usadas para se avaliar a germinação de sementes de sorgo. Os resultados mostraram que houve maior germinação (G%) e redução do tempo médio de germinação (TMG) das sementes de sorgo na presença das águas tratadas. A água de torneira, coletada no Laboratório de Homeopatia da Universidade Estadual de Maringá, foi submetida ao magnetismo e infravermelho longo por diferentes períodos de tempo (6 h; 12 h e 24 h) e avaliada com relação à evaporação, transpiração e evapotranspiração. Os resultados indicam menor perda por evaporação nos tratamentos com a água tratada com magnetismo e infravermelho longo, independentemente do tempo de exposição.

Palavras-chave: alface, sorgo, evapotranspiração, germinação sementes

ABSTRACT

Potable water consumption in agriculture accounts for approximately 70% of all world consumption. Water is essential for the development of crops, which has led to studies that enable better use of water by crops as well as reduce crop losses by either evaporation and / or evapotranspiration. The effect of magnetism in these processes and seed germination is not yet well established. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of water treated by magnetism and long infrared, in the germination of sorghum seeds as well as in the evapotranspiration, transpiration and evaporation of the soil water cultivated with lettuce. For this, tap water, mineral water and reverse osmosis water were submitted to the long magnetism and infrared treatment and used to evaluate the germination of sorghum seeds. The results showed that there was higher germination (G %) and reduction of germination time of sorghum seeds in the presence of treated waters. The tap water, collected in the Homeopathy laboratory of the State University of Maringá, was submitted to magnetism and long infrared for different periods of time (6h, 12h and 24h) and evaluated for evaporation, transpiration and evapotranspiration. The results indicate a lower evaporation loss in the treatments with water treated with magnetism and long infrared, regardless of the time of exposure.

Keywords: lettuce, sorghum, evapotranspiration, seed germination

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1 Água.....	02
2.2. Campo magnético.....	02
2.3. Água tratada por magnetismo e infravermelho longo na agricultura..	09
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Efeito da água tratada por magnetismo e infravermelho longo na germinação de sementes de sorgo.....	13
3.2. Avaliação de evaporação, transpiração e evapotranspiração	15
4. RESULTADOS.....	16
4.1 Análise físico-química das águas estudadas.....	17
4.2. Avaliação do campo magnético do bastão quântico.....	19
4.3 Efeito da água tratada por magnetismo e infravermelho longo na germinação de sementes de sorgo.....	20
4.4 Avaliação de evaporação, transpiração e evapotranspiração.....	24
5. Conclusão.....	31
6. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos primordiais e indispensáveis à sobrevivência dos seres humanos, da flora e da fauna em todo o planeta. Na agricultura, o consumo de água potável representa aproximadamente 70% do consumo mundial e é fundamental para o desenvolvimento das culturas pois desempenha papel primordial na fisiologia e nutrição das plantas e no crescimento e desenvolvimento vegetativo destas (PUTTI, et al., 2013; PUTTI, 2014). A absorção dos nutrientes ocorre via sistema radicular por fluxo de massa, difusão e interceptação radicular.

O fluxo de massa ocorre quando a água absorvida pelas plantas flui ao longo de um gradiente de potencial hídrico, arrastando, consigo, os nutrientes dissolvidos na solução do solo para próximo da superfície radicular onde ficam potencialmente disponíveis para a absorção, como, por exemplo, o nitrato (NO_3^-). A difusão acontece quando o reestabelecimento de determinado íon pelo solo é muito menor que a quantidade absorvida pelas raízes, ocasionando redução na sua concentração nas proximidades da superfície radicular e causando gradiente de concentração ao longo do qual o íon se move, como, por exemplo, os elementos que tendem a ficar imobilizados, como o H_2PO_4^- . A interceptação radicular se dá quando as raízes, ao crescerem explorando o solo, entram em contato direto com os nutrientes a serem absorvidos (exemplo: Ca^{2+}) (NUNES, 2016).

Pode-se verificar que esses processos são basicamente dependentes da presença de água. Portanto, é importante que se busquem meios de otimização do uso e aproveitamento da água, em todas as suas formas, para que se possa obter melhor desenvolvimento da planta e, de preferência, com maior economia de água utilizada.

Uma proposta para isso é a utilização de água tratada com magnetismo e infravermelho longo na irrigação. Essa água é obtida quando é exposta a um campo magnético que pode induzir, nela, alterações físicas ou químicas. O procedimento geralmente é de baixo custo de instalação e não exige nenhum processo de energia. Embora a ideia de modulação magnética da água seja tão antiga quanto as ciências modernas, o desenvolvimento científico e as aplicações da água tratada por magnetismo e infravermelho longo remontam às últimas décadas e têm sido utilizadas

em diferentes áreas do conhecimento, incluindo aplicações médicas, agrícolas, industriais e ambientais (RASHIDI et. al., 2016)

Essa tecnologia tem sido estudada em diferentes países como Austrália, Bulgária, China, Inglaterra, Japão, Polônia, Portugal, Rússia, Turquia e Estados Unidos, demonstrando que há melhoria no desenvolvimento das plantas e qualidade do produto (RASHIDI et.al., 2016). No Brasil, Putti et al. (2015) obtiveram maior produção de alface quando esta foi irrigada com água submetida ao magnetismo e infravermelho longo. Os autores fizeram o experimento em dois ciclos da cultura e concluíram que a produção foi 63% maior na cultura irrigada com a água tratada por magnetismo e infravermelho longo, quando comparada com as irrigadas com água comum.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de água tratada por magnetismo e infravermelho longo, na germinação de sementes de sorgo bem como na evapotranspiração, transpiração e evaporação da água do solo cultivado com alface.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Água

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade, para os vegetais, para os animais e para a macro, a meso e a microfauna. Toda célula até hoje conhecida necessita de água para viver.

A água é utilizada todo o tempo, seja na ingestão *in natura* (essencial para a vida), como para o preparo de alimentos, higiene pessoal, transporte, produção de energia elétrica, nas indústrias de maneira geral, na agricultura, entre outros.

A ONU (Organização das Nações Unidas) relata que a agricultura consome, aproximadamente, 70% de toda água existente no mundo na irrigação e, no Brasil, esse índice chega a 72%, sendo alvo prioritário para as políticas de controle racional de água.

De acordo com a FAO (Organização as Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura), cerca de 60% da água utilizada nas irrigações são perdidos por evaporação (EMBRAPA, 2014; WALBERT, 2013). Assim, a utilização de água corrigida, tratada por magnetismo e infravermelho longo, tem sido proposta como uma tecnologia para melhor aproveitamento e uso da água.

2.2. Efeito do campo magnético sobre a água

A compreensão dos efeitos do campo magnético observados durante e após sua ação sobre a água e soluções aquosas ainda é uma questão controversa. O alvo é uma breve revisão da literatura que trata dos efeitos do tratamento da força magnética (CHIBOWSK & SZCZESÍ, 2018). No entanto, a mesma está focada especialmente nas abordagens mais recentes que possam desenvolver uma visão dos efeitos que acompanham a ação de campo magnético na água.

Em 2000, Coey & Cass estudaram a formação de carbonatos em condições de tratamento com campo magnético estático ($B \approx 0.1 \text{ T}$, $\Delta B \approx 10 \text{ T / m}$) em água. Os carbonatos formados pelo aquecimento de água contendo cerca de $120 \text{ mg (Ca) L}^{-1}$ são caracterizados por difração de raios X e microscopia eletrônica. Os autores concluem que existe um efeito de campo magnético e que a passagem de água através de um campo magnético favorece, subseqüentemente, a formação de

ortorrômbica aragonita ($\text{Ca}[\text{CO}_3]$) em vez da calcita (CaCO_3) trigonal (Figura 1) e a influência do tratamento persiste por mais de 200 horas.

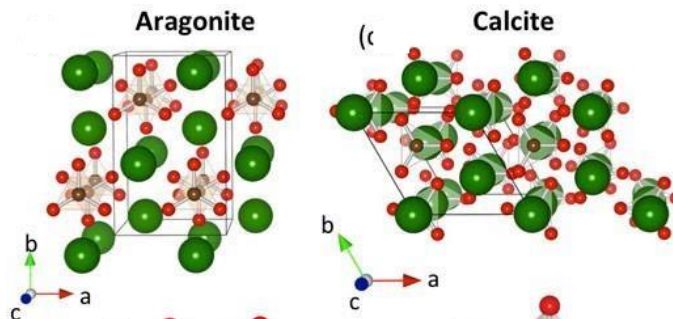


Figura 1. Estrutura da aragonita e da calcita (JACOB, 2016).

Latva et.al. (2016) estudaram a influência do campo magnético na concentração de cálcio nas tubulações de água e verificaram, em sistema piloto de laboratório, que o campo magnético diminuiu o incremento de cálcio em 15% nas tubulações estudadas. O estudo foi também realizado em um complexo de apartamentos formado por cinco edifícios diferentes, cada um com quatro ou cinco apartamentos, e se observou que o campo magnético mobilizou efetivamente o ferro e o cobre acumulados anteriormente nas superfícies dos canos de cobre, especialmente em um circuito de água quente.

A influência do material de tubulações no processo de precipitação do carbonato de cálcio foi estudada por Alimi et al (2009) com água esquentada (4mM de CaCO_3) magneticamente tratada. Demonstrou-se que o tratamento magnético afeta a cristalização do carbonato de cálcio, aumentando a quantidade total de precipitados e favorecendo a sua formação na solução ao invés de sua incrustação nas paredes dos tubos.

Coey (2012) propôs uma teoria sobre o mecanismo do tratamento magnético da água com base no gradiente do campo aplicado e não na sua força absoluta. Assim, a cristalização do carbonato de cálcio pode ser influenciada por fortes gradientes de campo magnético, independentemente da intensidade absoluta do campo do ímã.

No intuito de estudar o gradiente de campo, Sammer et.al. (2016) analisaram o efeito de ímãs de campo muito fracos (≤ 10 G) contendo fortes heterogeneidades magnéticas ($\Delta B = 0,2$ T/m) em amostras de água de torneira usando a espectroscopia de impedância elétrica (Figura 2) e espalhamento a laser (laser Scattering). As curvas de espectroscopia de impedância elétrica indicam maior formação de clusters de pré-nucleação de tamanho nanométrico (nm), principalmente nas amostras sem precipitação. Dos resultados de espalhamento a laser, encontraram aumento significativo de até 25% dos objetos de tamanho nanométrico na amostra tratada magneticamente. Isto é, os resultados mostram aumento da formação de aglomerados de pré-nucleação de mesoescala de carbonato de cálcio em razão da exposição ao campo magnético e, portanto, consistentes com a teoria de Coey (2012), em que o tratamento magnético com campos muito fracos mostra-se ser mais eficaz desde que haja fortes gradientes no campo.

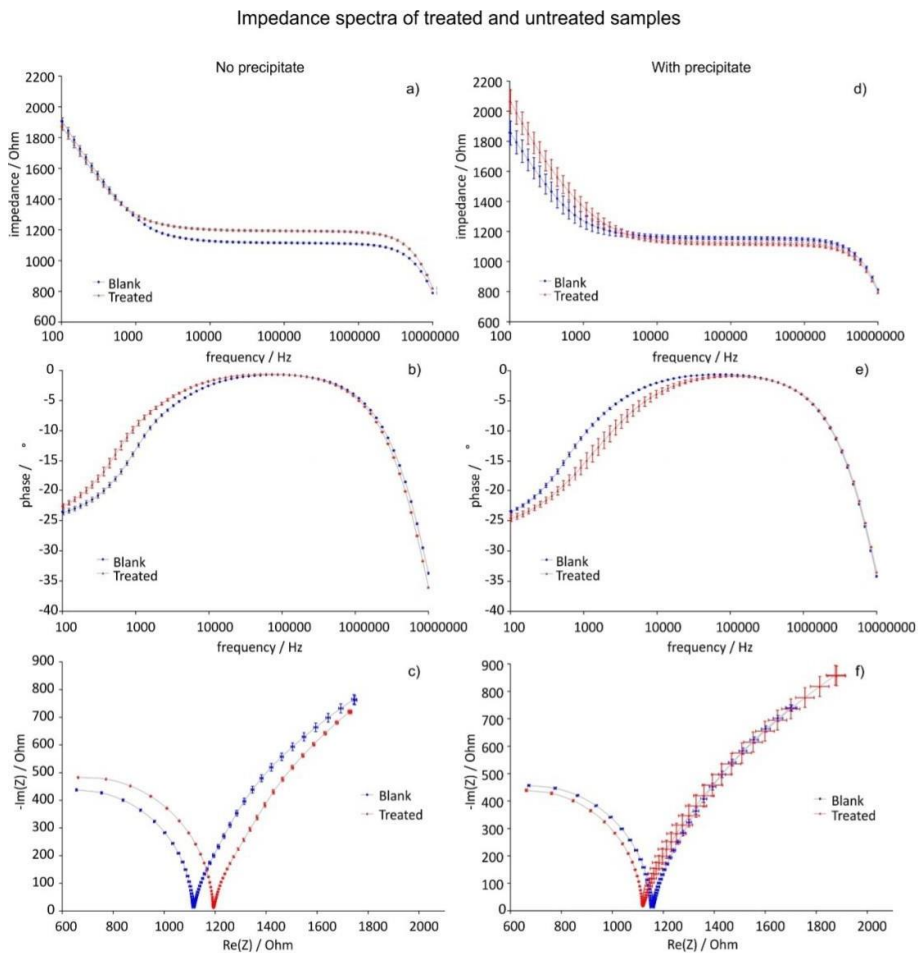


Figura 2. Medidas de impedância de Sammer et.al. (2016)

Fonte: o autor

Investigação do efeito do tratamento magnético sobre as características físico-químicas e bacteriológicas das águas duras foi recentemente realizada (BALI & GUEDDARI, 2018). Como nos estudos citados anteriormente, os resultados mostraram também que o tratamento magnético afeta a cristalização do carbonato de cálcio e confirmaram que o poder de escalonamento da água tratada magneticamente foi inibido. Resultados experimentais também indicaram melhora significativa na qualidade bacteriológica da água tratada (BALI & GUEDDARI, 2018).

Vários autores descreveram o efeito do campo magnético na evaporação da água (HOLYSZ et. al., 2007; SZCZES' et.al., 2011; GUO et al., 2012; WANG et. al. (2018). Holysz et. al. (2007) mostraram aumento da evaporação da água, quando exposta a um campo magnético estático, e concluíram que o campo magnético causou alterações nas camadas de hidratação dos íons. Além disso, Szczes' et. al. (2011) também relataram aumento da quantidade de água evaporada com um campo magnético estático. Guo et al. (2012) analisaram a taxa de evaporação de água em um campo magnético de grande gradiente e o resultado mostra que a taxa de evaporação foi mais rápida.

Wang et. al. (2018) mensuraram a evaporação da água de torneira com e sem tratamento desde em temperatura ambiente até o ponto de ebulição. A evaporação da água tratada foi maior que a da água não tratada observando-se aumento de aproximadamente 39% em comparação com a água não tratada. O maior aumento foi observado em amostras tratadas com 300mT (militesla). Acima deste valor de campo, houve redução na evaporação. Os resultados desse estudo ofereceram uma abordagem para se melhorar a eficiência de resfriamento e geração de energia em indústrias (Figura 3).

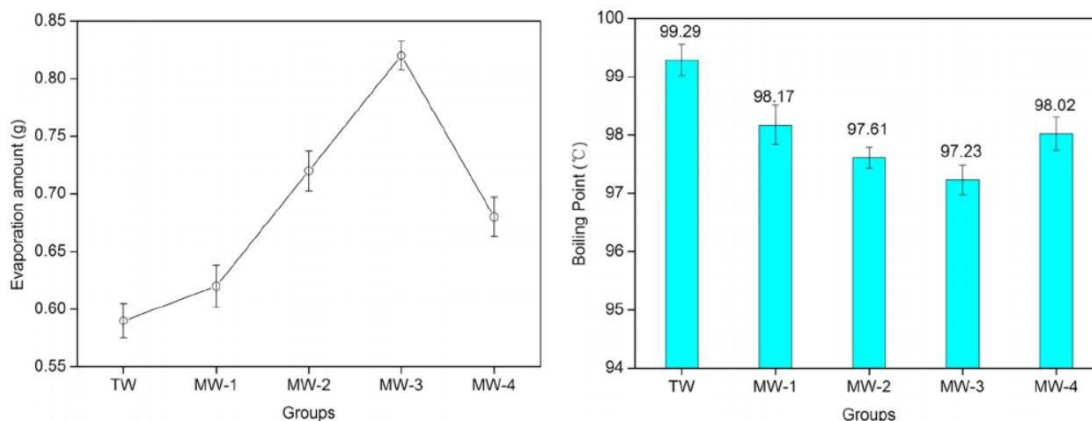


Figura 3. Quantidade de água evaporada e ponto de ebulição medidos por Wang et. al. (2018) em amostras não tratadas (TW) e amostras tratadas com campo de 100mT (MW-1), 200mT (MW-2), 300mT (MW-3) e 400mT (MW-4).

Fonte: o autor

O aumento da evaporação da água pode ter ligação com o valor do calor específico. O calor específico é a razão entre a quantidade de calor e a variação da temperatura. Os resultados mostram que o campo magnético diminui o calor específico da água (Figura 5), e a tendência de declínio depende da intensidade do campo magnético aplicado. De fato, o calor específico mais baixo foi obtido para campos magnéticos de 300mT, o que indica que o melhor efeito do campo magnético é com 300mT. Nesse mesmo artigo, os resultados mostram também que o ponto de ebulição da água diminui em 2° centígrados após o tratamento com campo magnético de 300mT (Figura 4).

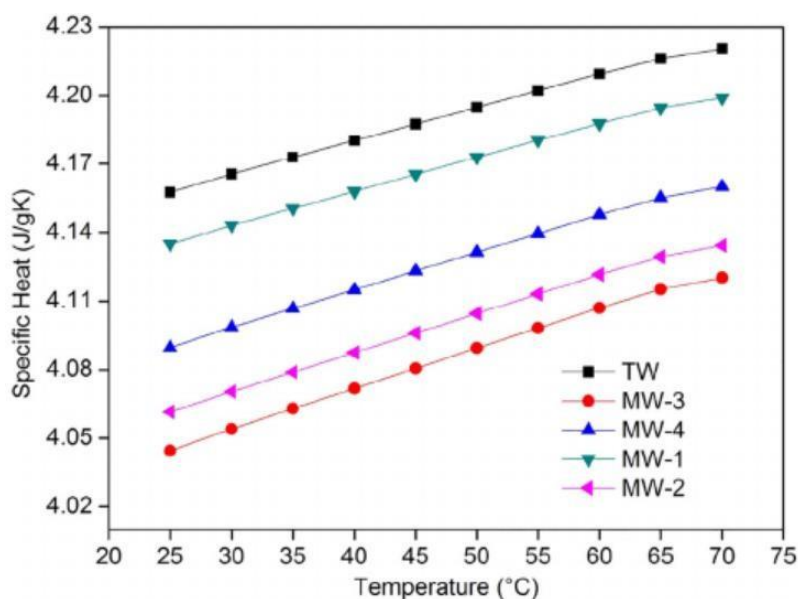


Figura 4. Medidas de calor específico de amostras de água não tratada (TW) e amostras tratadas com campo magnético de 100mT (MW-1), 200mT (MW-2), 300mT (MW-3) e 400mT (MW-4) (WANG et.al., 2018).

Fonte: o autor

A influência do campo magnético foi estudada na germinação de sementes das plantas aromáticas e medicinais, sálvia (*Salvia officinalis* L) e calêndula (*Calendula officinalis* L). As sementes não hidratadas foram expostas a 125mT de campo magnético estacionário, gerado por ímãs em momentos diferentes. O segundo grupo foi exposto a um pré-tratamento magnético, e sementes não expostas foram utilizadas como controle. Os parâmetros avaliados foram primeira contagem de germinação, tempo de germinação de 10-75%, tempo médio de germinação e número de sementes germinadas. De maneira geral, os autores concluíram que o tempo médio de germinação foi reduzido para todas as doses magnéticas aplicadas, sendo a taxa de germinação nas sementes tratadas superior à do controle. A taxa de germinação e a porcentagem de germinação das sementes no tratamento controle foram inferiores às dos tratamentos magnéticos aplicados, concluindo-se que os campos magnéticos estacionários podem ser usados para se melhorar a germinação de sementes de sálvia e de calêndula (FLÓREZ; MARTÍNEZ; CARBONELL, 2012).

Assim, esses estudos, de maneira geral, demonstram que o uso adequado do campo magnético pode alterar as propriedades da água; fazer com que o tratamento magnético afete a cristalização do carbonato de cálcio, aumentando a quantidade total

de precipitados e melhorando a qualidade da água; mostrar a eficácia de fortes gradientes no campo, mesmo em campos muito fracos na cristalização do carbonato de cálcio; demonstrar que o campo magnético produz um “efeito de memória”; comprovar que a evaporação da água aumenta após o tratamento com campo magnético, quando o magnetismo aplicado é até 300G, após este valor, a tendência é diminuir a evaporação; certificar que o calor específico e o ponto de ebulição da água diminuem (em até 2 graus Celsius) após o tratamento com campo magnético; demonstrar que os efeitos dependem da intensidade do campo magnético e que existe um valor de campo com efeitos maiores.

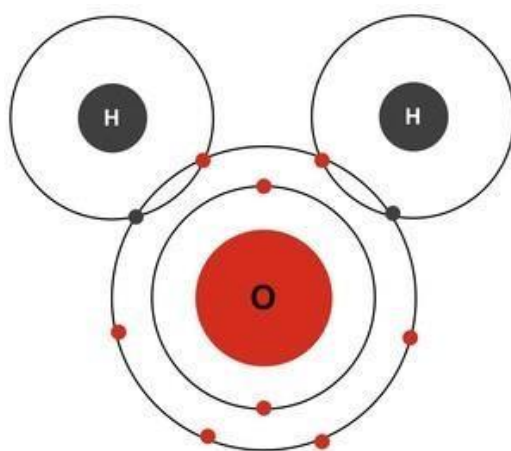


Figura 5. Estrutura da água.
Fonte: o autor

2.3. Água tratada por magnetismo e infravermelho longo na agricultura

A irrigação por gotejamento tem sido uma técnica que economiza água e insumos, mas alguns problemas relacionados com o entupimento de mangueiras e a precipitação de sais podem inviabilizar seu uso em algumas regiões de Minas Gerais onde as águas provêm de rochas calcárias. Assim, Fernandes et al. (2017) avaliaram o efeito da água tratada por magnetismo no crescimento e produção do cafeeiro irrigado por gotejamento. Eles observaram que, após quatro safras consecutivas, a utilização da água tratada por magnetismo promoveu significativos aumentos na produtividade do cafeeiro, de 29% (com 50% da água aplicada) a 46% (100% da água tratada por magnetismo). Além disso, verificaram maiores percentagens de frutos cereja nos tratamentos magnetizados, concluindo que o uso de ATM é uma tecnologia

que pode gerar novas possibilidades para o aumento da produção e a redução do consumo de água na agricultura.

Há relatos de pesquisas demonstrando que o uso de água tratada por magnetismo melhora a retenção de água no solo e a absorção de água pela planta e, conseqüentemente, pode reduzir o número e intervalo de irrigação. Um desses trabalhos foi realizado por Khoshraives et al. (2011), em regiões áridas e semiáridas na Província de Gorgan, no Irã. Os autores observaram que, quando a água tratada por magnetismo foi utilizada em irrigação por gotejamento, resultou em maior umidade do solo, quando comparada com a água convencional, concluindo que o uso de ATM melhora a eficiência da irrigação.

A água tratada por magnetismo também foi avaliada sobre os componentes biométricos de diferentes culturas. Em um desses trabalhos, os autores estudaram os efeitos da água de irrigação tratada por magnetismo e infravermelho longo sobre a emergência, o crescimento inicial e o teor de nutrientes das plântulas de ervilha-de-neve (*Pisum sativum* L var. *macrocarpon*) e grão-de-bico var Kabuli (*Cicer arietinum* L), em condições de estufa. Os tratamentos foram (a) tratamento magnético de água de irrigação (TMA), (b) tratamento magnético de sementes (TMS), (c) tratamento magnético de água de irrigação e sementes (TMAS) e (d) sem tratamento magnético de água de irrigação ou sementes (controle). As sementes foram semeadas em areia lavada e as mudas foram colhidas aos 20 dias. Os resultados mostraram que o TMA levou a aumento significativo ($P < 0,05$) no índice de taxa de emergência (ITE; 42% para ervilha e 51% para grão-de-bico) e peso seco na parte aérea (25% para ervilha e 20% para grão-de-bico) em comparação com plântulas testemunha. Da mesma forma, houve aumento significativo na ITE (33% para ervilha e 37% para grão-de-bico), peso seco na parte aérea (11% para ervilha e 4% para grão-de-bico) e alguns nutrientes da ervilha e do grão-de-bico com TMS em comparação com os controles. Os resultados desse estudo sugerem que tanto o TMA quanto o TMS têm o potencial de melhorar o crescimento inicial de plântulas e o teor de nutrientes das plântulas (GREWAL; MAHESHWARI, 2011).

Qados & Hozayn (2010) estudaram a influência da água tratada por magnetismo no rendimento, componentes de rendimento e constituintes químicos de lentilha (*Lens esculenta* Moench), comparado com a irrigação com água comum de torneira. Os autores verificaram que houve melhoria nos parâmetros de crescimento e constituintes químicos da planta que refletiu no aumento da produção

de vagens e número de sementes, palhada e rendimento biológico por planta em 25,0; 26,7 25,8% respectivamente, sobre o tratamento controle. Além disso, observaram que a planta que foi irrigada com água magnetizada apresentou melhora significativa para os parâmetros acima mencionados em comparação com a água da torneira. Em média, a porcentagem de incremento alcançou 21,8; 18,2; 15,1 e 1,4% para altura de planta, massa fresca e seca por planta e teor de água (%), respectivamente, sugerindo que a utilização da tecnologia da água tratada por magnetismo e infravermelho longo pode ser considerada uma técnica promissora para melhorar a produtividade da produção de lentilhas.

Maheshwari & Grewal (2009) estudaram o efeito de água da torneira, água reciclada e água salina (500ppm e 1.000ppm NaCl para ervilhas; 1.500ppm e 3.000ppm para aipo), tratada magneticamente ou não magneticamente, em plantas cultivadas em vasos e em estufa. Os resultados sugerem que os efeitos do tratamento magnético variaram com o tipo de planta e o tipo de água utilizada na irrigação, verificando aumentos estatisticamente significativos no rendimento das plantas.

Esses mesmos autores verificaram que o tratamento com água reciclada tratada por magnetismo e infravermelho longo e água salina (3000 ppm), respectivamente, aumentou o rendimento de aipo em 12 e 23%. Para as ervilhas, houve aumentos de 7,8%, 5,9% e 6,0% na produção de vagens com água potável tratada magneticamente, água reciclada e água salina (.000ppm), respectivamente. No geral, os resultados indicam que há efeito benéfico da água de irrigação tratada magneticamente, particularmente para água salgada e água reciclada, no rendimento e produtividade das plantas de aipo e ervilha sob condições controladas. Os autores ressaltam que, embora os resultados dos estudos em estufa sejam interessantes, o potencial do tratamento magnético da água de irrigação para a produção de culturas necessita ser testado em condições de campo para se demonstrar claramente os seus efeitos benéficos na produtividade da cultura e no uso da água.

A água tratada por magnetismo e infravermelho longo foi avaliada na cultura de pepino por Al-Shrouf (2014) para verificar a resposta no crescimento, produção e parâmetros químicos de pepino irrigado com água tratada por magnetismo e infravermelho longo em comparação com a água da torneira não magnetizada. O

autor observou que as plantas irrigadas com a água tratada com magnetismo tiveram aumento significativo na maioria das características vegetativas analisadas e que não houve variação significativa no pH ou na condutividade elétrica da água e nem nas características físicas do solo. Além disso, verificou que o tratamento com a água tratada por magnetismo e infravermelho longo aumentou significativamente o rendimento da planta em comparação com a planta irrigada com água da torneira, chegando a 28,2% em comparação com o tratamento desta água. O tratamento com magnetismo também mostrou aumento significativo no peso fresco de frutos, peso seco de frutos, altura de plantas, área foliar e umidade foliar em 20, 3, 3, 5 e 1%, respectivamente, em relação à água de torneira. Os resultados gerais mostraram que a utilização de água tratada por magnetismo e infravermelho longo pode melhorar a qualidade da cultura de pepino.

Em alface (*Lactuca sativa*), Zlotopolski (2017) avaliou o efeito da água tratada por magnetismo e infravermelho longo na produção, na atividade fotossintética e nos níveis de nutrientes sob vários regimes de redução de irrigação, em casa de vegetação em San Marcos, Califórnia. O autor observou que houve aumentos estatisticamente significativos no rendimento, clorofila total e concentrações de alguns macro e micronutrientes nas plantas tratadas com água submetida ao magnetismo e infravermelho longo. Verificou também que a água tratada por magnetismo e infravermelho longo pode ajudar a neutralizar o efeito do acúmulo de sódio, prejudicial nas plantas, quando menor quantidade de água de irrigação é usada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Homeopatia e Fisiologia Vegetal, junto ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá. Os tratamentos utilizados nos experimentos foram constituídos de água de torneira, água mineral e água de osmose reversa submetidas, ou não, ao magnetismo e infravermelho longo (Figura 6). Essas águas tiveram suas características físico-química analisadas pelo Laboratório de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

O dispositivo utilizado para se corrigir a água contém, em sua estrutura, três fontes de magnetismo na posição vertical de Neodímio, de 0,6cm de espessura e 2,0cm de diâmetro, separadas por 4,5cm entre as cápsulas, colocadas de forma vertical, totalizando a haste o comprimento de 11,5cm. As cápsulas e a haste são envolvidas por um polímero de cor branca e contém pó de minério que emite infravermelho longo (Figura 6).

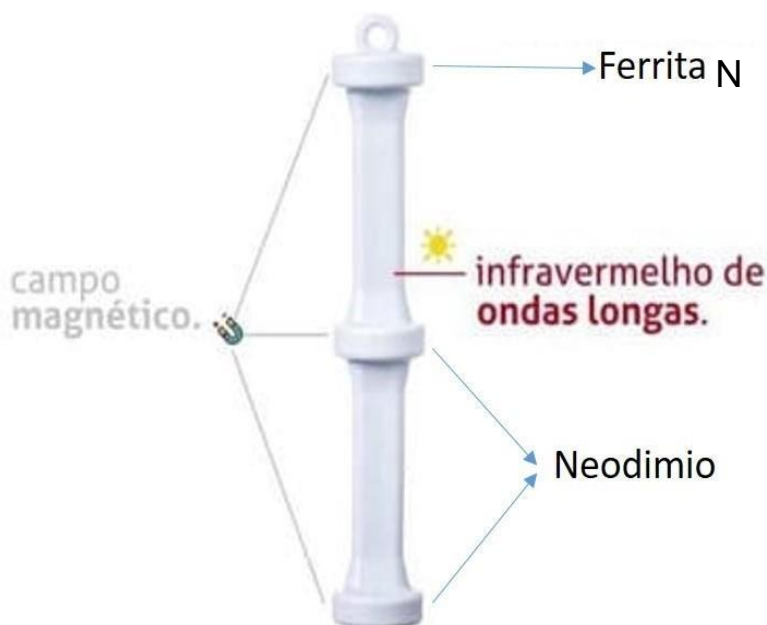


Figura 6- Dispositivo quântico utilizado para se corrigir e magnetizar as águas e suas partes correspondentes.

Fonte: Fortmag (2017).

O campo magnético do dispositivo utilizado foi avaliado no Laboratório do Departamento de Física – UEM, utilizando-se a sonda Hall construída pelo Instituto de Física da USP, de sensibilidade mínima de 1,0 Gauss = 0,1mT (miliTesla). As medidas foram realizadas num intervalo de 0-180mm no eixo x e de 0-60mm no eixo y, num passo de 10 a 10mm. Como a sonda Hall mede o campo em somente uma direção, para cada ponto foi realizada uma medida na direção x e na direção y. A soma vetorial foi feita para se determinar o campo em cada ponto. O gráfico foi feito utilizando-se o software mathematica.

3.1. Efeito da água tratada por magnetismo e infravermelho longo na germinação de sementes de sorgo

A água tratada ou não por magnetismo e infravermelho longo foi utilizada para se verificar o possível efeito em algumas variáveis da germinação de sementes de sorgo cultivar 201420GO48. Para isso, 50 sementes de sorgo (híbrido simples) foram colocadas em caixas gerbox que continham duas folhas de papel germitest umedecidos com a) água de osmose reversa submetida à fonte de magnetismo por 24 h, b) água potável de torneira tratada com a fonte de magnetismo por 24 h, sendo ambas as águas coletadas no Laboratório de Homeopatia da Universidade Estadual de Maringá, c) água mineral submetida à fonte de magnetismo por 24 h e d) testemunhas que foram constituídas dessas mesmas águas, mas sem o contato com o dispositivo, com quatro repetições para cada tratamento.

As unidades experimentais foram dispostas em germinador tipo BOD, a 25°C, no escuro e avaliadas a cada 2 h para se verificar a germinação, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentavam radícula com pelo menos 2mm de comprimento. Foram realizadas dez avaliações.

Com os dados obtidos, foram calculados a Porcentagem de germinação (G%), Índice de velocidade de germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG), de acordo com Maguire (1996):

Porcentagem de germinação (G%):

$$G = (N/A) \times 100, \text{ em que}$$

N = número de sementes germinadas; A = número de sementes na

amostra;

Índice de velocidade de germinação (IVG):

$$IVG = \sum (ni/ti), \text{ em que}$$

ni = número de sementes que germinaram no tempo; " i "; ti = tempo após instalação do teste;

Tempo médio de germinação (TMG):

$TMG = \sum(niti)/\sum ni$, em que $ni = 260$, número de sementes germinadas por avaliação (a cada 2 horas); ti = tempo após instalação do teste;

Velocidade média de germinação (VMG):

$$VMG = \sum ni / (\sum ni \cdot ti).$$

3.2. Avaliação de evaporação, transpiração e evapotranspiração

O experimento foi conduzido em ambiente controlado no Laboratório de Homeopatia e Fisiologia Vegetal, no campus sede da Universidade Estadual de Maringá.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (água de torneira tratada por magnetismo e infravermelho longo por 6, 12, 24 h e testemunha) com repetições, sendo a testemunha a água não tratada. Utilizaram-se 24 vasos para cada parâmetro avaliado (evaporação, transpiração e evapotranspiração).

Cada vaso com uma planta foi considerado uma repetição para os experimentos de evapotranspiração e transpiração. Para isso, utilizaram-se vasos de polietileno com capacidade de 1L, contendo mistura de solo: areia: substrato (1:1:1; p:p:p). O solo foi saturado com os tratamentos e com água não tratada e deixados sem molhar por 24 horas. Após esse período, foi realizado o transplante das mudas de alface var Elisa quando estas estavam com 7cm de altura. Os vasos foram mantidos em sala de crescimento, sob fotoperíodo de 12 h e temperatura de 25°C, e utilizados para as análises da perda de água por evapotranspiração e transpiração.

Para se avaliar a **evapotranspiração**, consideraram-se a massa de água transpirada pela planta e a evaporada do solo. Para a **transpiração**, o solo foi

coberto por filme plástico para se impedir a evaporação e contabilizar apenas a massa de água transpirada pela planta. Os vasos utilizados para se avaliar a perda de água por **evaporação** foram inicialmente pesados para se determinar a capacidade de campo. Foram realizadas pesagens diárias para se estabelecer a massa de água perdida e, em seguida, era novamente aplicada a água, repondo-se a massa perdida. Essa avaliação de massa de água foi realizada durante 15 dias. Para ilustração, os vasos foram dispostos lado a lado (Figura 7).



Figura 7. Foto ilustrativa do experimento A) evaporação, evapotranspiração e B) transpiração.

Fonte: o autor

Os dados obtidos foram submetidos à ANAVA e as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade, pelo SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise físico-química das águas estudadas

Os resultados da análise físico-química das águas estudadas estão na Tabela 1 e a análise completa pode ser observada no Apêndice 1.

Tabela 1: Análise físico-química da água de torneira, mineral e de osmose reversa antes e após serem submetidas ao campo magnético do dispositivo quântico.

Parâmetros	ÁGUA TORNEIRA	DE	
	V.M.P (2)	Sem magnetismo	Com magnetismo
Alcalinidade total (CaCO ₃) mg/L	-	33,0	137,0
Bicarbonatos (HCO ₃) mg/L	-	33,0	137,0
Cloretos (Cl) mg/L	250	1,15	3,27
Condutividade elétrica µS/cm	-	122,55	282,1
Dureza Total (CaCO ₃) mg/L	500	43,3	146,91
Fluoretos (F) mg/L	1,5	0,02	0,08
Fosfatos (PO ₄) mg/L	-	0,05	0,11
pH	-	7,19	7,94
Cálcio (Ca) mg/L	-	10,8	32,4
Magnésio (Mg) mg/L	-	6,74	26,0
Ferro Total (Fe) mg/L	0,3	0,3	ND
Potássio (K) mg/L	-	2,35	0,50

ÁGUA MINERAL			
Parâmetros	V.M.P (2)	Sem	Com
		magnetismo	magnetismo
Alcalinidade total (CaCO ₃) mg/L	-	139,0	135,0
Bicarbonatos (HCO ₃) mg/L	-	139,0	135,0
Cloretos (Cl) mg/L	250	5,12	3,29
Condutividade elétrica µS/cm	-	300,3	273,9
Dureza Total (CaCO ₃) mg/L	500	144,47	142,29
Fluoretos (F) mg/L	1,5	0,12	0,08
Fosfatos (PO ₄) mg/L	-	0,09	0,10
pH	-	7,83	7,83
Cálcio (Ca) mg/L	-	33,0	31,8
Magnésio (Mg) mg/L	-	28,2	27,0
Ferro Total (Fe) mg/L	0,3	0,3	ND
Potássio (P) mg/L	-	1,50	1,51

ÁGUA DE OSMOSE REVERSA			
Parâmetros	V.M.P (2)	Sem	Com
		magnetismo	magnetismo
Alcalinidade total (CaCO ₃) mg/L	-	2,0	2,0
Bicarbonatos (HCO ₃) mg/L	-	2,0	2,0
Cloretos (Cl) mg/L	250	0,08	0,08
Condutividade elétrica µS/cm	-	2,21	2,96
Dureza Total (CaCO ₃) mg/L	500	ND	ND
Fluoretos (F) mg/L	1,5	ND	ND
Fosfatos (PO ₄) mg/L	-	ND	ND
pH	-	6,27	6,24
Cálcio (Ca) mg/L	-	ND	ND
Magnésio (Mg) mg/L	-	ND	ND
Ferro Total (Fe) mg/L	0,3	0,3	ND
Potássio (P) mg/L	-	0,01	0,01

Pelos resultados obtidos, pode-se observar que a maior influência do magnetismo e infravermelho longo foi sobre a água de torneira, principalmente em relação à alcalinidade, condutividade elétrica, pH e dureza total (CaCO₃).

A alcalinidade refere-se à quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio, portanto, é uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH. Nas águas analisadas, apenas a água de torneira teve influência do magnetismo e infravermelho longo na alcalinidade, que era de 33mg L⁻¹ (sem o tratamento) passando para 137mg L⁻¹ (após o tratamento). Com isso, ocorreu também a elevação do pH que apresentou valor de 7,94. De acordo com a portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, o pH é padrão de potabilidade, recomendando-se que as águas para abastecimento público apresentem valores entre 6,0 e 9,5.

O pH representa o equilíbrio entre íons H⁺ e os íons OH⁻; varia de 0 a 14 e indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). Assim, a água de torneira estudada pode ser classificada como água alcalina e está de acordo com os padrões estabelecidos.

A condutividade elétrica (CE) é um dos parâmetros para se analisar o potencial da água em salinizar o solo, considerando-se a quantidade de sais presentes, mas sem especificá-los. De acordo com Almeida (2010), a CE, a 25°C, da água para irrigação com salinidade média é de 0,75 – 2,25 dS m⁻¹ e nas águas de rio é de 0,2 – 0,4 dS m⁻¹ (1dS m⁻¹ = 1000 µS cm⁻¹). Assim, a água de torneira, após o tratamento, apresenta CE semelhante à da água de rio, o que é importante para a irrigação pois, potencialmente, o seu uso não ocasionará acúmulo de sais na rizosfera. O acúmulo de sais prejudica o crescimento e desenvolvimento das culturas, causando perda de produtividade. De acordo com Santana et al (2003), isso ocorre em razão da redução do potencial osmótico da solução do solo e da alteração das condições físicas e químicas do solo. Para a água mineral, ocorreu redução da CE e não houve alteração na água por osmose reversa.

A dureza total está relacionada com a concentração de íons de alguns minerais dissolvidos na água, principalmente Ca^{+2} e Mg^{+2} . Segundo a Organização Mundial de Saúde, a água é designada muito dura, quando apresenta uma concentração em CaCO_3 superior a 180 mg L^{-1} ; dura, com variação entre 120 e 180 mg L^{-1} ; moderadamente dura, entre $60\text{-}120 \text{ mg L}^{-1}$; e macia, quando os teores são $< 60 \text{ mg L}^{-1}$ (APDA, 2012). Considerando-se essa classificação, a água de torneira estudada nesta pesquisa, após tratada com magnetismo e infravermelho longo, teve sua classificação alterada de água macia para água dura. Essa alteração significa que houve maior acúmulo de minerais. O efeito do magnetismo sobre o CaCO_3 foi observado por Coey (2012) que verificou que aquele favorece a formação de aragonita (mais solúvel) em detrimento de calcita (menos solúvel).

4.2 Avaliação do campo magnético do dispositivo quântico

A análise do campo magnético mostra que a parte mais plana representa campos baixos variando entre 0 a 2 Gauss, enquanto que o pico central representa um campo de cerca de 600 Gauss. Os picos menores possuem campos de cerca de 120 Gauss. O pico central corresponde ao ímã permanente do centro do dispositivo quântico (equipamento da Fortmag), e os dois picos menores, aos ímãs laterais (Figura 8).

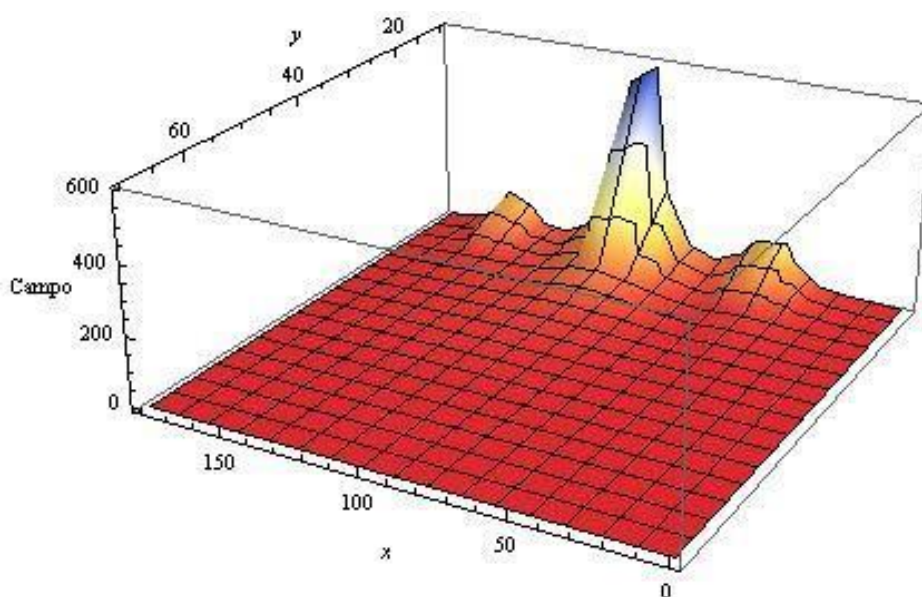


Figura 8: Campo magnético em função da distância (dispositivo Fortmag).

Fonte: o autor

4.3 Efeito da água tratada por magnetismo e infravermelho longo na germinação de sementes de sorgo

A percentagem de germinação (G%) de sorgo e o Índice de velocidade de germinação (IVG) podem ser visualizados nas Figuras 9 e 10. Observou-se maior G% quando as sementes foram tratadas com as águas submetidas ao magnetismo e infravermelho longo, com exceção para a água de torneira em que não houve diferença estatística, quando comparada à testemunha. Para a água mineral e água de osmose reversa tratadas com o magnetismo e infravermelho longo, houve diferença estatística, quando comparadas com as não submetidas ao tratamento. É importante destacar que a G% para os tratamentos está dentro dos padrões estabelecidos para a comercialização (80%), de acordo com Brasil (2009).

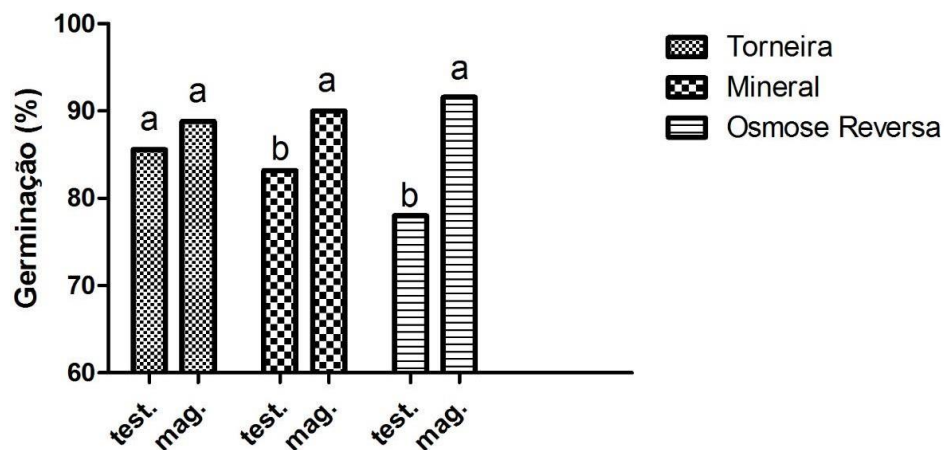


Figura 9: Germinação (G%) de sementes de sorgo tratadas com água de torneira, mineral e de osmose reversa, submetidas (mag.) ou não (test.) ao magnetismo e infravermelho longo.

Fonte: o autor

As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = 6,46.

Semelhante a esses resultados, Aguilera & Martins (2016) verificaram que a percentagem de germinação (G%) de sementes de tomate do híbrido FA-516,

tratadas com água magnetizada, apresentaram incremento de 36%, quando comparadas ao tratamento controle.

Ahamed, Elzaawely e Bayoumi (2013) estudaram o efeito do campo magnético sobre a germinação de sementes, produção e qualidade de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L). Os autores observaram que a germinação das sementes tratadas começou um dia mais cedo do que a das sementes não tratadas e que a porcentagem de germinação aumentou em 33,7 a 44,9%. Com relação à qualidade dos frutos, verificaram aumento nos teores de vit. C e fósforo, enquanto o comprimento dos frutos, o diâmetro dos frutos e a espessura do pericarpo não foram significativamente afetados.

Para o IVG, observaram comportamento similar, isto é, para as sementes tratadas com a água magnetizada, o IVG foi maior, quando comparado ao tratamento controle (Figura 10), apresentando diferença estatística entre os tratamentos.

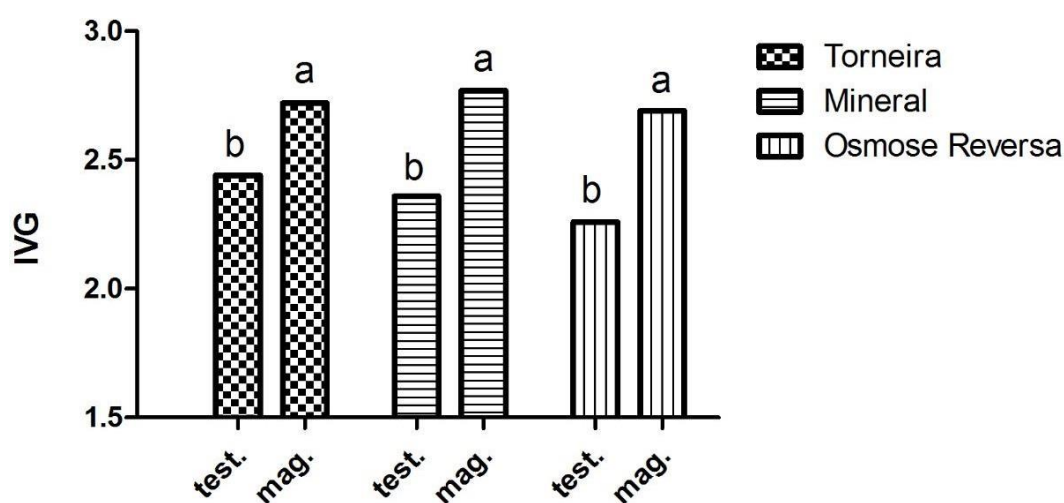


Figura 10- Efeito de água de torneira, mineral e de osmose reversa submetidas (mag.) ou não (test.) ao magnetismo e infravermelho longo no índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de sorgo.

Fonte: o autor

As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = 8,06.

Mahmood & Usman (2014) avaliaram a aplicação de água magnetizada na emergência de sementes de milho. Para isso, as sementes foram embebidas em

água (água da torneira, água salgada (1.500ppm), água do canal de irrigação e água de esgoto), magnetizadas ou não, por 24 horas, e, em seguida, semeadas em areia. Os autores verificaram que o índice de emergência e o índice da taxa de emergência aumentaram de 5,5 para 8,9 e de 10,1 para 12,8, respectivamente, para as águas magnetizadas, e que se reduziu o tempo de emergência em 17,9%.

Com relação à velocidade média de germinação (VGM), observaram que houve diferença estatística entre as sementes tratadas (mag.) com as não tratadas (test.) por magnetismo e infravermelho longo (Figura 11), exceto para a água de osmose reversa.

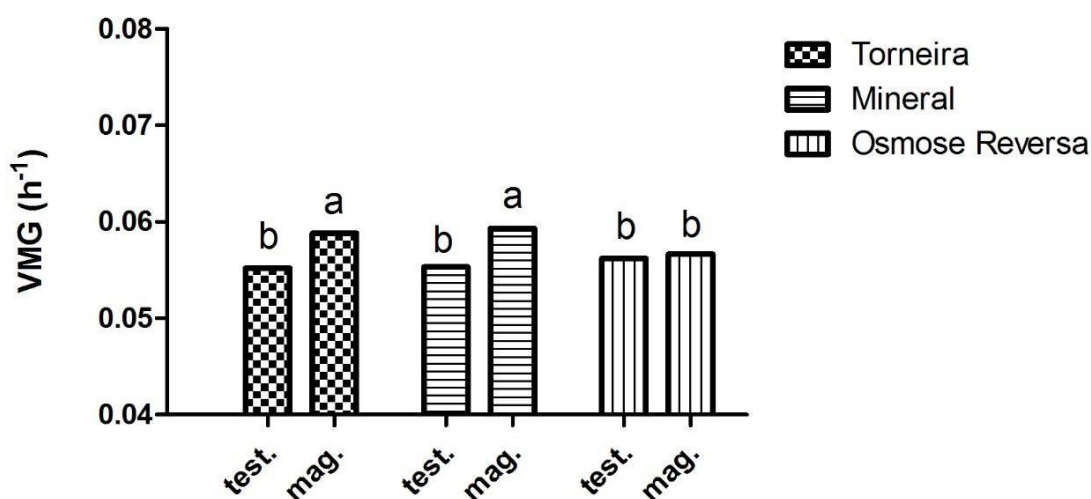


Figura 11- Efeito de água de torneira, água mineral e de osmose reversa magnetizadas (mag.) ou não (test.) na Velocidade Média de Germinação (VMG.h⁻¹) de sementes de sorgo. As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = 3,76.

Fonte: o autor

O TMG, em horas, para as sementes submetidas ao magnetismo e infravermelho longo, foi de 17 h para água de torneira; 16 h 09 para a água mineral; e de 17 h 07 para água de osmose reversa (Figura 12). Os autores observaram que as sementes tratadas com a água mineral magnetizada apresentaram o menor TMG e que não houve diferença significativa, quando tratadas com a água de osmose reversa. As sementes tratadas com a água de torneira, magnetizada, mostraram redução de 5,5 % do TMG em relação à testemunha, isto é, o TMG da semente tratada foi de 17 h e o da testemunha, 18 h.

Mahmood & Usman (2014) também avaliaram o efeito do tratamento magnético (235mT; vazão 3L/min) em quatro tipos de água para irrigação (esgoto, solução salina, canal de irrigação e torneira) na germinação de sementes, taxa e velocidade de germinação, índice de emergência e crescimento de raízes de milho (*Zea mays*), submergindo-as na água por 24 horas e verificaram que os tratamentos com água tratada por magnetismo e infravermelho longo promoveram a germinação de sementes de milho, reduzindo o tempo de emergência em 17,9%.

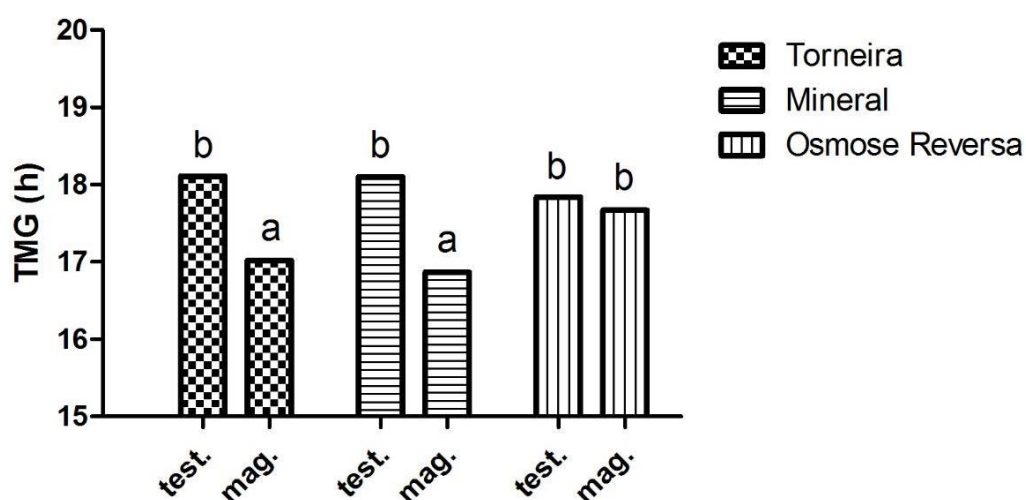


Figura 12- Efeito de água de torneira, mineral e de osmose reversa magnetizadas (mag.) e testemunhas não magnetizadas (test.) no tempo médio de germinação (TMG(h)) de sementes de sorgo. As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) =3,68

Fonte: o autor

4.4 Avaliação de evaporação, transpiração e evapotranspiração

Na Tabela 2, pode-se verificar a perda, por evaporação, de água de torneira, após submetida, em diferentes tempos, à presença do dispositivo Fortmag (magnetismo e infravermelho longo). As avaliações diárias mostram que as maiores perdas foram no tratamento controle, isto é, água de torneira não submetida ao magnetismo e infravermelho longo. Isso é mais evidente, quando se observam os valores acumulados.

Esses resultados aparentemente diferem dos de vários autores, que mostram aumento da quantidade de evaporação da água e diminuição do calor

específico, quando a água é exposta a um campo magnético (HOLYSZ et. al., 2007; SZCZES´ et.al., 2011; GUO et al., 2012; WANG et. al. (2018)). Os resultados obtidos por esses autores foram realizados com água submetida a 300G de magnetismo, sem qualquer matriz, como, por exemplo, solo ou planta.

O experimento aqui realizado (com gradiente de magnetismo de 2G, 120G, até 600G) indica que o solo e a planta podem ter importância substancial nesse efeito observado pois a diminuição do calor específico pode cooperar para a absorção e retenção da água no solo e na planta. A análise das propriedades físicas e químicas da água também indica isso, principalmente na condutividade elétrica e aumento dos íons (Tabela 1 da seção 4.1, análise físico-química das águas estudadas). Medidas diretas de absorção e retenção de água pela planta e solo foram realizadas por Khoshraives et al. (2011) que verificaram que ocorre melhor retenção de água no solo e na absorção de água pela planta, podendo-se reduzir o número e intervalo de irrigação.

Com relação ao tempo de exposição da água ao dispositivo Fortmag, não se observou diferença estatística entre os tempos de tratamento de água (6, 12 e 24 h), sendo que o menor valor acumulado foi de 203,38 para o tempo de 24 h de exposição. Assim, pode-se concluir que o tempo de tratamento da água por 6 h é suficiente para se observar esse efeito de diminuição da evaporação, isto é, o efeito quase que completo do magnetismo e infravermelho longo na água é obtido nas primeiras 6 h.

Como a evaporação é a perda de água de uma superfície úmida para a atmosfera na forma de vapor, pode-se inferir, pelos resultados observados, que o solo, quando irrigado com a água de torneira submetida ao magnetismo e infravermelho longo, retém mais a água do que o solo cuja irrigação foi por água não submetida ao magnetismo e infravermelho longo. Isso provavelmente ocorre em função de os minerais da água estarem influenciados pelo magnetismo (“magnetizados”), fazendo com que, ao entrarem em contato com a solução do solo, permaneçam mais fortemente aderidos à solução, reduzindo a evaporação por período maior do que aquele observado na água comum, sem magnetismo. A menor evaporação, conseqüentemente, pode levar a menor número de irrigações.

Tabela 2- Perda de água de torneira, em base de massa, por evaporação

Tratamentos Avaliação	Controle	6h	12h	24h	CV(%)
1	16,24 b	14,10 b	16,58 b	15,00 b	25,25
2	10,80 b	12,28 b	12,00 b	21,94 a	24,20
3	22,70 a	16,36 b	17,44 b	17,28 b	9,82
4	26,64 b	25,74 b	25,50 b	26,60 b	4,05
5	26,14 b	27,60 b	28,62 b	27,60 b	6,87
6	17,10 a	14,20 b	13,60 b	14,50 b	7,55
7	12,44 a	12,82 a	11,18 a	8,46 b	15,19
8	14,36 a	10,74 b	10,94 b	12,02 b	8,33
9	11,56 a	9,60 b	9,68 b	9,66 b	4,95
10	20,22 b	16,82 b	16,44 b	15,44 b	20,86
11	7,38 b	5,96 b	6,38 b	3,74 b	50,30
12	25,40 c	20,10 a	19,56 a	13,42 b	16,54
13	10,86 c	7,84 a	7,42 a	5,12 b	18,30
14	21,90 c	14,86 a	13,04 a	7,64 b	23,14
15	12,94 a	6,88 b	8,60 b	4,96 b	23,55
Acumulado	256,68 a	215,90 b	216,98 b	203,38 b	4,85
Média	17,11 a	14,39 b	14,46 b	13,55 b	4,85

Fonte: o autor

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott Knott ($P \leq 0,05$).

Para a transpiração, não se observou diferença estatística entre a testemunha (controle) e a água de torneira submetida ao magnetismo e infravermelho longo por diferentes tempos (Tabela 3).

Tabela3 Perda de água, em base de massa, por transpiração avaliada por 15 dias

Tratamentos Avaliação	Controle	6h	12h	24h	CV(%)
1	7,76 a	6,64 a	6,77 a	2,82 b	21,42
2	6,00 b	5,92 b	5,45 b	7,02 b	21,44
3	6,12 a	6,20 a	5,80 a	3,76 b	24,28
4	7,24 b	7,58 b	6,70 b	8,32 b	16,19
5	10,56 b	11,54 b	11,56 b	10,56 b	19,85
6	16,16 b	16,74 b	13,72 b	14,08 b	19,21
7	17,32 b	17,62 b	14,52 b	14,08 b	25,12
8	19,70 b	20,18 b	16,56 b	17,78 b	19,09
9	14,76 b	15,96 b	13,15 b	13,18 b	19,57
10	32,02 b	31,94 b	24,50 b	28,62 b	19,63
11	15,84 b	13,92 b	11,40 b	11,64 b	36,84
12	30,90 b	41,30 b	35,12 b	35,30 b	15,74
13	14,62 b	18,22 b	18,20 b	16,64 b	17,47
14	19,12 b	23,96 a	29,42 a	29,40 a	19,23
15	8,10 b	8,20 b	12,00 b	10,74 b	27,54
Acumulado	226,66 b	245,92 b	225,20 b	220,94 b	10,52
Média	15,11 b	16,39 b	15,01 b	14,73 b	10,51

Fonte: o autor

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott Knott ($P \leq 0,05$).

Com relação à perda de água por **evapotranspiração**, não se observou diferença estatística entre a testemunha (controle) e a água de torneira submetida ao magnetismo e infravermelho longo, em nenhum dos períodos avaliados (Tabela 4). A evapotranspiração representa o consumo de água por uma cultura, neste estudo, alface var crespa. Apesar de não ter sido observada diferença significativa, os valores acumulados de evapotranspiração dos tratamentos da água submetida ao magnetismo e infravermelho longo por 12 h apresentam o menor valor, indicando melhor aproveitamento da água pela cultura.

Tabela 4 - Perda de água, em base de massa, por evapotranspiração

Tratamentos Avaliação	Controle	6h	12	24h	CV(%)
1	15,94 b	14,84 b	14,84 b	19,02 a	16,11
2	11,86 b	10,46 b	9,76 b	14,22 b	26,12
3	14,00 a	13,14 a	11,98 a	6,66 b	29,30
4	10,94 b	11,06 b	9,12 b	14,04 b	29,30
5	20,64 b	18,56 b	17,40 b	14,16 b	19,90
6	20,02 b	21,50 b	19,98 b	19,54 b	12,13
7	19,68 b	17,54 b	16,10 b	16,24 b	22,64
8	21,00 b	21,36 b	19,24 b	20,20 b	16,52
9	16,72 b	17,22 b	15,76 b	16,40 b	12,48
10	29,14 b	26,94 b	24,06 b	30,48 b	17,15
11	13,72 b	14,48 b	13,72 b	14,66 b	12,91
12	36,62 b	35,38 b	35,92 b	36,50 b	13,19
13	16,80 b	18,20 b	19,16 b	17,84 b	10,68
14	23,32 b	25,62 b	27,88 b	24,92 b	19,92
15	12,78 b	10,22 b	11,18 b	12,00 b	28,68
Acu mula do	283,18 b	276,52 b	266,10 b	276,88 b	6,65
Médi a	18,87 b	18,43 b	17,74 b	18,46 b	6,66

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott (5%)

A água em contato com o aparelho quântico tem suas características físico-químicas alteradas, sendo que a alcalinidade, pH, dureza total (CaCO_3) e condutividade elétrica são as que mais se destacam. Essas mudanças conferem à água uma mineralização que traz benefícios pela nova estrutura que passa a ter, em sua forma estrutural, a aragonita e não mais calcita, fazendo com que a estrutura da água fique com íons separados da molécula de água e, assim, facilite a penetração no tecido pela parede celular e pelos estômatos.

Essas alterações físico-químicas permitem que a umidade permaneça por mais tempo na solução do solo. Possivelmente isso se deva ao fato de que há separação das ligações químicas dos íons com a molécula de água, fazendo com que, ao chegar ao solo, esta água se ligue mais fortemente às partículas deste e permaneça disponível às plantas por mais tempo. Isso permite que as raízes possam absorver e aproveitar melhor a água, o que resultados obtidos na perda de água por evaporação, em base de massa, quando se utilizou a água de torneira, mostram que os intervalos para irrigação podem ser maiores, pois as perdas chegaram a 63% de evaporação, aumenta a eficiência da irrigação.

Os menor que a testemunha. Entretanto, um estudo da evapotranspiração mais detalhado é recomendado.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem concluir que a água em contato com o dispositivo quântico Fortmag tem suas características químico-físicas alteradas, sendo a alcalinidade, pH, dureza total (CaCO₃) e condutividade elétrica as que mais se destacam. Essas mudanças melhoram as propriedades da água, evidenciando maior concentração de minerais. Nas amostras tratadas existe maior disponibilidade dos bicarbonatos, dos cloretos, dos fluoretos, dos fosfatos, cálcio e magnésio, além de aragonita;

houve maior percentagem de germinação quando as sementes foram tratadas com as águas submetidas ao magnetismo e infravermelho longo. Em todos os experimentos houve aumento do percentual de germinação: para a água de torneira, o G% foi de 87 para 90%; a água mineral, de 85% para 90%; e água de osmose reversa, de 78% para 91;

nas sementes tratadas com a água magnetizada e infravermelho longo, o índice de velocidade de germinação (IVG) foi maior, quando comparado ao tratamento controle, apresentando diferença estatística. Com relação à velocidade média de germinação (VGM), observou-se que houve diferença estatística entre as sementes tratadas com as não tratadas por magnetismo e infravermelho longo, exceto para a água de osmose reversa;

as sementes tratadas com a água de torneira, submetidas ao magnetismo e infravermelho longo, apresentaram redução de 5,5 % do tempo médio de germinação em relação à testemunha. Efeito similar foi observado na amostra com água mineral. Na água de osmose reversa a redução não foi expressiva;

a procedência da água tem influência no efeito do magnetismo e do infravermelho longo sobre a planta. Um estudo mais detalhado utilizando diferentes fontes de água (composições químicas diferentes e as conseqüentes propriedades físicas) pode mudar, com certeza, os resultados;

a água de torneira tratada com magnetismo e infravermelho longo reduziu a evaporação da água do solo e não afetou a transpiração. A evapotranspiração, que indica melhor aproveitamento de água por alface var lisa, apresenta o menor valor, quando utilizada a água submetida ao magnetismo e infravermelho.

6. REFERÊNCIAS

AGUILERA, J.G.; MARTIN, R.M. Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.6, n.1, p.47-53, 2016

AHAMED, M.E.M.; ELZAAWELY, A.A.; BAYOUMI, Y.A. Effect of Magnetic Field on Seed Germination, Growth and Yield of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Asian Journal of Crop Science**, v.5, p.286-294, 2013

ALIMI, F.; TLILI, M.M.; BENAMOR, M.; MAURIN, G.; GABRIELLI, C. Effect of magnetic water treatment on calcium carbonate precipitation: Influence of the pipe material. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v 48, n. 8, p. 1327-1332, 2009.

ALMEIDA, O.A. **Qualidade da água de irrigação**. Dados eletrônicos. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 227 p. 2010. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26783/1/livro-qualidade-água.pdf>

AL-SHROUF, A.M. The effect of magnetic treatment of irrigation water on cucumber production and water productivity. **ISHS Acta Horticulturae 1054: International Conference on Agricultural Engineering: New Technologies for Sustainable Agricultural Production and Food Security**. DOI 10.17660/ActaHortic.2014.1054.12

APDA – Comissão Especializada da Qualidade da Água, 2012. Disponível em <https://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-10-%20Dureza%20total.pdf>. Acesso em 06/06/2019

BALI, M; GUEDDARI, M. The effect of magnetic treatment on the physico-chemical and microbiological characteristics of hard waters. **Separation Science and Technology**, v.53, n. 9, p. 1405-1411, 2018.

CHIBOWSK, E.; SZCZEŚ, A. Magnetic water treatment - A review of the latest approaches. **Chemosphere**, v. 203, p. 54-67, 2018.

COEY, J.M.D. Magnetic water treatment-how might it work? **Philosophical Magazine**, v. 92, p. 3857–3865, 2012. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786435.2012.685968>. < Acesso em outubro de 2018 >

COEY, J.M.D.; CASS, S. Magnetic water treatment. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v.209, n.1–3, p. 71-74, 2000.
[https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(99\)00648-4](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(99)00648-4)

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Sistema ajuda a reduzir gasto de água na irrigação. <https://www.sna.agr.br/embrapa-desenvolve-sistema-para-reduzir-gasto-de-água-na-irrigacao/>, 2014. <Acesso em: 11 de maio de 2019>

FERNANDES, A. L. T., SILVA, R. O.; FRAGA JÚNIOR, E. F. Tratamento magnético da água para irrigação do cafeeiro cultivado no cerrado de Minas Gerais. IV INOVAGRI International Meeting, 2017
<https://www.researchgate.net/publication/320091613>

FLÓREZ; M.; MARTÍNEZ, E.; CARBONELL, M.V. Effect of Magnetic Field Treatment on Germination of Medicinal Plants *Salvia officinalis* L. and *Calendula officinalis* L. **Polish Journal Environmental Studies**, v.21, n.1, p.57–63, 2012.

FORTMAG. 2017. <https://fortmag.com.br/beneficios-da-água/#infra> <acesso em novembro de 2018>

GREWAL, H.S.; MAHESHWARI, B. L. Magnetic treatment of irrigation water and snow pea and chickpea seeds enhances early growth and nutrient contents of seedlings. **Bioelectromagnetics**, v.32, n.1, p. 58-65, 2011.
<https://doi.org/10.1002/bem.20615>

GUO, Y.-Z.; YIN, D.-C.; CAO, H.-L.; SHI, J.-Y.; ZHANG, C.-Y.; LIU, Y.-M.; HUANG, H.-H.; LIU, Y.; WANG, Y.; GUO, W.-H.; QIAN, A.-R.; SHANG, P. Evaporation Rate of Water as a Function of a Magnetic Field and Field Gradient. **International Journal of Molecular Sciences**, v.13, p.16916-16928, 2012.
<https://doi.org/10.3390/ijms131216916>

HOLYSZ, L.; SZCZES, A.; CHIBOWSKI, E. Effects of a static magnetic field on water and electrolyte solutions. **Journal of Colloid Interface Science**, v. 316, n. 2, p. 996-1002, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2007.08.026>

JACOB, D.E. Manganese incorporation into mussel shells elucidated using X-ray emission spectroscopy
file:///C:/Users/Sony/Downloads/Soldatieta1_ESRFspotlight2016%20(1).pdf

KHOSHRAVESH, M.; MOSTAFAZADEH-FARD, B.; MOUSAVI, S. F.; KIANI, A. R. Effects of magnetized water on the distribution pattern of soil water with respect to time in trickle irrigation. **Soil Use and Management**, v.27, p.515–522, 2011

LATVA, M.; INKINEN, J.; RÄMÖ, J.; KAUNISTO, T.; MÄKINEN, R.; AHONEN, M.; MATILAINEN, J.; PEHKONEN, S. Studies on the magnetic water treatment in new pilot scale drinking water system and in old existing real-life water system. **Journal of Water Process Engineering**, v.9, p. 215-224, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAHESHWARI, B.L.; GREWAL, H.S. Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. **Agricultural Water Management**, v. 96, p. 1229–1236, 2009.

MAHMOOD, S.; USMAN, M. Consequences of Magnetized Water Application on Maize Seed Emergence in Sand Culture. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.16, p.47-55, 2014

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portaria 518/2004. **Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade**. Brasília, Fundação Nacional da Saúde, 34 p. 2004.

NUNES, J.L.S. **Nutrição via Raízes - Absorção Radicular**. 2016

Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutricao-via-raizes---absorcao-radicular_361459.html

PUTTI, F.F. Produção da cultura de alface irrigada com água tratada magneticamente. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2014. 123p. <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1086.pdf>. Acesso em 17 de outubro de 2018.

PUTTI, F.F.; GABRIEL FILHO, L.R.A.; KLAR, A.E.; SILVA JUNIOR, J.F.; CREMASCO, C.P.; LUDWIG, R. Response of lettuce crop to magnetically treated irrigation water and different irrigation depths. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n.22, p. 2300-2308, 2015

PUTTI, F.F.; GABRIEL FILHO, L.R.A.; KLAR, A.E.; CREMASCO, C.P.; LUDWIG, R.; SILVA JUNIOR, J.F. Desenvolvimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L.) irrigada com água tratada por magnetismo e infravermelho longo. **Cultivando o Saber**, v.6, n.3, p. 83-90, 2013.

QADOS, A. M. S. A.; HOZAYN, M. Magnetic water technology, a novel tool to increase growth, yield and chemical constituents of lentil (*Lens esculenta*) under greenhouse condition. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science**, v.7, n.4, p.457-462, 2010

RASHIDI, S.; YADOLLAHPOUR, A.; SHIRALI, S.; RAJASHEKAR, G. Magnetized water treatment: reviewing the environmental applications. **International Journal Of Pharmacy & Technology**, v.8, n.1, p. 11431-11441, 2016.

SAMMER, M.; KAMP, C.; PAULITSCH-FUCHS, A.H.; WEXLER, A.D.; BUISMAN, C.J.N. (CEES); FUCHS, E.C. Strong Gradients in Weak Magnetic Fields Induce DOLLOP Formation in Tap Water. **Water**, v.8, n.3, p.79; 2016, <https://doi.org/10.3390/w8030079>

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SILVA, E. L.; MIGUEL, D. S. Efeitos da irrigação com água salina em um solo cultivado com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 443-450. 2003.

SILVA, I.N.; FONTES, L.O.; TAVELLA, L.B.; OLIVEIRA, J.B.; OLIVEIRA, A.C. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, n.3, p. 01-15. 2011

SZCZES´, A.; CHIBOWSKI, E.; HOŁYSZ, L.; RAFALSKI, P. Effects of static magnetic field on water at kinetic condition. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v.50, n. 1, p. 124-127, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2010.12.005>

WALBERT, A. **Agricultura é quem mais gasta água no Brasil e no mundo**. <http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-água-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em 18 de outubro de 2018.

WANG, Y.; WEI, H.; LI, Z. Effect of magnetic field on the physical properties of water. **Results in Physics**, v. 8, p.262-267, 2018.

ZLOTOPOLSKI, V. Magnetic Treatment Reduces Water Usage in Irrigation Without Negatively Impacting Yield, Photosynthesis and Nutrient Uptake in Lettuce. **International Journal of Applied Agricultural Sciences**, v. 3, n. 5, p. 117-122, 2017. DOI: 10.11648/j.ijaas.20170305.13

APÊNDICE

1-Análise físico-química de água de torneira não tratada com magnetismo e infravermelho longo



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Departamento de Química



LABORATÓRIO DE ÁGUAS E ALIMENTOS	
Av. Colombo, 5790 CEP 87020-900 Maringá – PR Fone / Fax (44) 3011-4389	
Licença Sanitária Nº : 1649/2017 – Secretaria Municipal de Saúde Maringá - PR	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Nº : 102/2018-DQI	
INTERESSADO : Leonel Estrada Flores	
ENDEREÇO : Maringá - PR	
AMOSTRA : Água (A2) (Torneira sem Magnet)	
DATA DE RECEBIMENTO : 24/05/2018	TEMPERATURA (°C) : 29

Nº	PARÂMETROS (1)	Un.Padrão	V.M.P (2)	RESULTADOS
1	ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	-	33,0
2	BICARBONATOS (HCO ₃)	mg/L	-	33,0
3	CARBONATOS (CO ₃)	mg/L	-	0
4	HIDRÓXIDOS (OH)	mg/L	-	0
5	CLORETOS (Cl)	mg/L	250	1,15
6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	µS/cm	-	122,55
7	COR	uH	15	1
8	DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE (CO ₂)	mg/L	-	20
9	DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	500	43,3
10	DUREZA CÁLCICA (CaCO ₃)	mg/L	-	25,6
11	DUREZA DE MAGNÉSIO (MgCO ₃)	mg/L	-	14,9
12	FLUORETOS (F)	mg/L	1,5	0,02
13	FOSFATOS (PO ₄)	mg/L	-	0,05
14	AMÔNIA (como NH ₃)	mg/L	1,5	0,04
15	NITRITOS (N – NO ₂)	mg/L	1,0	0,01
16	ODOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
17	SABOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
18	pH	-	6,0 a 9,5	7,19
19	SÍLICA DISSOLVIDA (SiO ₂)	mg/L	-	29,7
20	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/L	1.000	110,0
21	SÓLIDOS TOTAIS a 103 °C	mg/L	1.000	110,0
22	SULFATOS (SO ₄)	mg/L	250	0,06
23	CORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	250	ND
24	TURBIDEZ	uT	5	0,51
25	CÁLCIO (Ca)	mg/L	-	10,8
26	MAGNÉSIO (Mg)	mg/L	-	6,74
27	MANGANÊS (Mn)	mg/L	0,1	ND
28	FERRO TOTAL (Fe)	mg/L	0,3	ND
29	POTÁSSIO (K)	mg/L	-	2,35
30	SÓDIO (Na)	mg/L	200	0,51
31	CHUMBO (Pb)	mg/L	0,01	ND
32	CÁDMIO (Cd)	mg/L	0,005	ND
33	CROMO TOTAL (Cr)	mg/L	0,05	ND
34	NIQUEL (Ni)	mg/L	0,07	ND
35	COBRE (Cu)	mg/L	2	ND
36	ZINCO (Zn)	mg/L	5	ND

OBSERVAÇÕES:

- Metodologia : Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater(APHA)(AWWA);
- ND - Não Detectado (Concentração inferior ao limite de detecção do método);
- Os resultados referem-se somente a amostra entregue em nosso laboratório.

Maringá, 04 de Junho de 2018.

Airton Delfino Andrade
 Dr. Airton Delfino Andrade
 CRQ-IX 09200089
 Químico Responsável

2-Análise físico-química de água de torneira tratada com magnetismo e infravermelho longo



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Departamento de Química



LABORATÓRIO DE ÁGUAS E ALIMENTOS
Av. Colombo, 5790 CEP 87020-900 Maringá – PR Fone / Fax (44) 3011-4389
Licença Sanitária Nº : 1649/2017 – Secretaria Municipal de Saúde Maringá - PR
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Nº : 101/2018-DQI

INTERESSADO : Leonel Estrada Flores

ENDEREÇO : Maringá - PR

AMOSTRA : Água (A1) (Torneira com Magnet)

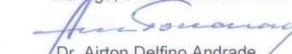
DATA DE RECEBIMENTO : 24/05/2018 TEMPERATURA (°C) : 29

Nº	PARÂMETROS (1)	Un.Padrão	V.M.P (2)	RESULTADOS
1	ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	-	137,0
2	BICARBONATOS (HCO ₃)	mg/L	-	137,0
3	CARBONATOS (CO ₃)	mg/L	-	0
4	HIDRÓXIDOS (OH)	mg/L	-	0
5	CLORETOS (Cl)	mg/L	250	3,27
6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	µS/cm	-	282,1
7	COR	uH	15	1
8	DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE (CO ₂)	mg/L	-	15
9	DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	500	146,91
10	DUREZA CÁLCICA (CaCO ₃)	mg/L	-	85,5
11	DUREZA DE MAGNÉSIO (MgCO ₃)	mg/L	-	51,6
12	FLUORETOS (F)	mg/L	1,5	0,08
13	FOSFATOS (PO ₄)	mg/L	-	0,11
14	AMÔNIA (como NH ₃)	mg/L	1,5	0,09
15	NITRITOS (N – NO ₂)	mg/L	1,0	0,01
16	ODOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
17	SABOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
18	pH	-	6,0 a 9,5	7,94
19	SÍLICA DISSOLVIDA (SiO ₂)	mg/L	-	12,2
20	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/L	1.000	195,3
21	SÓLIDOS TOTAIS a 103 °C	mg/L	1.000	195,3
22	SULFATOS (SO ₄)	mg/L	250	0,14
23	CORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	250	ND
24	TURBIDEZ	uT	5	0,27
25	CÁLCIO (Ca)	mg/L	-	32,4
26	MAGNÉSIO (Mg)	mg/L	-	26,0
27	MANGANÊS (Mn)	mg/L	0,1	ND
28	FERRO TOTAL (Fe)	mg/L	0,3	ND
29	POTÁSSIO (K)	mg/L	-	1,52
30	SÓDIO (Na)	mg/L	200	0,50
31	CHUMBO (Pb)	mg/L	0,01	ND
32	CÁDMIO (Cd)	mg/L	0,005	ND
33	CROMO TOTAL (Cr)	mg/L	0,05	ND
34	NIQUEL (Ni)	mg/L	0,07	ND
35	COBRE (Cu)	mg/L	2	ND
36	ZINCO (Zn)	mg/L	5	0,03

OBSERVAÇÕES:

- Metodologia : Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater(APHA)(AWWA);
- ND - Não Detectado (Concentração inferior ao limite de detecção do método) ;
- Os resultados referem-se somente a amostra entregue em nosso laboratório.

Maringá, 04 de Junho de 2018.


Dr. Ailton Delfino Andrade
CRQ-IX 09200089
Químico Responsável

3-Análise físico-química de água mineral não tratada com magnetismo e infravermelho longo



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Departamento de Química



LABORATÓRIO DE ÁGUAS E ALIMENTOS Av. Colombo, 5790 CEP 87020-900 Maringá – PR Fone / Fax (44) 3011-4389 Licença Sanitária Nº : 1649/2017 – Secretaria Municipal de Saúde Maringá - PR	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Nº : 106/2018-DQI	
INTERESSADO : Leonel Estrada Flores	
ENDEREÇO : Maringá - PR	
AMOSTRA : Água (A6) (Água Mineral sem Magnet)	
DATA DE RECEBIMENTO : 24/05/2018	TEMPERATURA (°C) : 29

Nº	PARÂMETROS (1)	Un.Padrão	V.M.P (2)	RESULTADOS
1	ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	-	139,0
2	BICARBONATOS (HCO ₃)	mg/L	-	139,0
3	CARBONATOS (CO ₃)	mg/L	-	0
4	HIDRÓXIDOS (OH)	mg/L	-	0
5	CLORETOS (Cl)	mg/L	250	5,12
6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	µS/cm	-	300,3
7	COR	uH	15	1
8	DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE (CO ₂)	mg/L	-	20
9	DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	500	144,47
10	DUREZA CÁLCICA (CaCO ₃)	mg/L	-	93,0
11	DUREZA DE MAGNÉSIO (MgCO ₃)	mg/L	-	55,2
12	FLUORETOS (F)	mg/L	1,5	0,12
13	FOSFATOS (PO ₄)	mg/L	-	0,09
14	AMÔNIA (como NH ₃)	mg/L	1,5	0,02
15	NITRITOS (N – NO ₂)	mg/L	1,0	0,01
16	ODOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
17	SABOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
18	pH	-	6,0 a 9,5	7,83
19	SÍLICA DISSOLVIDA (SiO ₂)	mg/L	-	12,1
20	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/L	1.000	203,0
21	SÓLIDOS TOTAIS a 103 °C	mg/L	1.000	203,0
22	SULFATOS (SO ₄)	mg/L	250	0,19
23	CORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	250	ND
24	TURBIDEZ	uT	5	0,10
25	CÁLCIO (Ca)	mg/L	-	33,0
26	MAGNÉSIO (Mg)	mg/L	-	28,2
27	MANGANÊS (Mn)	mg/L	0,1	ND
28	FERRO TOTAL (Fe)	mg/L	0,3	ND
29	POTÁSSIO (K)	mg/L	-	1,50
30	SÓDIO (Na)	mg/L	200	0,57
31	CHUMBO (Pb)	mg/L	0,01	ND
32	CÁDMIO (Cd)	mg/L	0,005	ND
33	CROMO TOTAL (Cr)	mg/L	0,05	ND
34	NIQUEL (Ni)	mg/L	0,07	ND
35	COBRE (Cu)	mg/L	2	ND
36	ZINCO (Zn)	mg/L	5	0,05

OBSERVAÇÕES:

- Metodologia : Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater(APHA)(AWWA);
- ND - Não Detectado (Concentração inferior ao limite de detecção do método);
- Os resultados referem-se somente a amostra entregue em nosso laboratório.

Maringá, 04 de Junho de 2018.

Airton Delfino Andrade
 Dr. Airton Delfino Andrade
 CRQ-IX 09200089
 Químico Responsável

4-Análise físico-química de água mineral tratada com magnetismo e infravermelho longo



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Departamento de Química



LABORATÓRIO DE ÁGUAS E ALIMENTOS Av. Colombo, 5790 CEP 87020-900 Maringá – PR Fone / Fax (44) 3011-4389 Licença Sanitária Nº : 1649/2017 – Secretaria Municipal de Saúde Maringá - PR ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Nº : 105/2018-DQI	
INTERESSADO : Leonel Estrada Flores	
ENDEREÇO : Maringá - PR	
AMOSTRA : Água (A5) (Água Mineral com Magnet)	
DATA DE RECEBIMENTO : 24/05/2018	TEMPERATURA (°C) : 29

Nº	PARÂMETROS (1)	Un.Padrão	V.M.P (2)	RESULTADOS
1	ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	-	135,0
2	BICARBONATOS (HCO ₃)	mg/L	-	135,0
3	CARBONATOS (CO ₃)	mg/L	-	0
4	HIDRÓXIDOS (OH)	mg/L	-	0
5	CLORETOS (Cl)	mg/L	250	3,29
6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	µS/cm	-	273,9
7	COR	uH	15	1
8	DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE (CO ₂)	mg/L	-	15
9	DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	500	142,29
10	DUREZA CÁLCICA (CaCO ₃)	mg/L	-	86,0
11	DUREZA DE MAGNÉSIO (MgCO ₃)	mg/L	-	53,0
12	FLUORETOS (F)	mg/L	1,5	0,08
13	FOSFATOS (PO ₄)	mg/L	-	0,10
14	AMÔNIA (como NH ₃)	mg/L	1,5	0,03
15	NITRITOS (N - NO ₂)	mg/L	1,0	0,01
16	ODOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
17	SABOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
18	pH	-	6,0 a 9,5	7,83
19	SÍLICA DISSOLVIDA (SiO ₂)	mg/L	-	12,4
20	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/L	1.000	198,0
21	SÓLIDOS TOTAIS a 103 °C	mg/L	1.000	198,0
22	SULFATOS (SO ₄)	mg/L	250	0,17
23	CORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	250	ND
24	TURBIDEZ	uT	5	0,10
25	CÁLCIO (Ca)	mg/L	-	31,8
26	MAGNÉSIO (Mg)	mg/L	-	27,0
27	MANGANÊS (Mn)	mg/L	0,1	ND
28	FERRO TOTAL (Fe)	mg/L	0,3	ND
29	POTÁSSIO (K)	mg/L	-	1,51
30	SÓDIO (Na)	mg/L	200	0,55
31	CHUMBO (Pb)	mg/L	0,01	ND
32	CÁDMIO (Cd)	mg/L	0,005	ND
33	CROMO TOTAL (Cr)	mg/L	0,05	ND
34	NIQUEL (Ni)	mg/L	0,07	ND
35	COBRE (Cu)	mg/L	2	ND
36	ZINCO (Zn)	mg/L	5	0,03

OBSERVAÇÕES:

- Metodologia : Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater(APHA)(AWWA);
- ND - Não Detectado (Concentração inferior ao limite de detecção do método);
- Os resultados referem-se somente a amostra entregue em nosso laboratório.

Maringá, 04 de Junho de 2018.

Dr. Ailton Delfino Andrade
 CRQ-IX 09200089
 Químico Responsável

5-Análise físico-química de água osmose reversa não tratada com magnetismo e infravermelho longo



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Departamento de Química



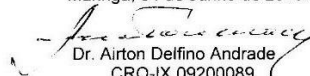
LABORATÓRIO DE ÁGUAS E ALIMENTOS	
Av. Colombo, 5790 CEP 87020-900 Maringá – PR Fone / Fax (44) 3011-4389	
Licença Sanitária Nº : 1649/2017 – Secretaria Municipal de Saúde Maringá - PR	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Nº : 104/2018-DQI	
INTERESSADO : Leonel Estrada Flores	
ENDEREÇO : Maringá - PR	
AMOSTRA : Água (A4) (Osmose Reversa sem Magnet)	
DATA DE RECEBIMENTO : 24/05/2018	TEMPERATURA (°C) : 29

Nº	PARÂMETROS (1)	Un.Padrão	V.M.P (2)	RESULTADOS
1	ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	-	2,0
2	BICARBONATOS (HCO ₃)	mg/L	-	2,0
3	CARBONATOS (CO ₃)	mg/L	-	0
4	HIDRÓXIDOS (OH)	mg/L	-	0
5	CLORETOS (Cl)	mg/L	250	0,08
6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	µS/cm	-	2,21
7	COR	uH	15	1
8	DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE (CO ₂)	mg/L	-	10
9	DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	500	ND
10	DUREZA CÁLCICA (CaCO ₃)	mg/L	-	ND
11	DUREZA DE MAGNÉSIO (MgCO ₃)	mg/L	-	ND
12	FLUORETOS (F)	mg/L	1,5	ND
13	FOSFATOS (PO ₄)	mg/L	-	ND
14	AMÔNIA (como NH ₃)	mg/L	1,5	0,09
15	NITRITOS (N – NO ₂)	mg/L	1,0	0,01
16	ODOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
17	SABOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
18	pH	-	6,0 a 9,5	6,27
19	SÍLICA DISSOLVIDA (SiO ₂)	mg/L	-	0,03
20	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/L	1.000	0,15
21	SÓLIDOS TOTAIS a 103 °C	mg/L	1.000	0,15
22	SULFATOS (SO ₄)	mg/L	250	ND
23	CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	250	ND
24	TURBIDEZ	uT	5	0,33
25	CÁLCIO (Ca)	mg/L	-	ND
26	MAGNÉSIO (Mg)	mg/L	-	ND
27	MANGANÊS (Mn)	mg/L	0,1	ND
28	FERRO TOTAL (Fe)	mg/L	0,3	ND
29	POTÁSSIO (K)	mg/L	-	0,01
30	SÓDIO (Na)	mg/L	200	0,02
31	CHUMBO (Pb)	mg/L	0,01	ND
32	CÁDMIO (Cd)	mg/L	0,005	ND
33	CROMO TOTAL (Cr)	mg/L	0,05	ND
34	NIQUEL (Ni)	mg/L	0,07	ND
35	COBRE (Cu)	mg/L	2	ND
36	ZINCO (Zn)	mg/L	5	ND

OBSERVAÇÕES:

- Metodologia : Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater(APHA)(AWWA);
- ND - Não Detectado (Concentração inferior ao limite de detecção do método) ;
- Os resultados referem-se somente a amostra entregue em nosso laboratório.

Maringá, 04 de Junho de 2018.


 Dr. Airton Delfino Andrade
 CRQ-IX 09200089
 Químico Responsável

6-Análise físico-química de água osmose reversa tratada com magnetismo e infravermelho longo



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Departamento de Química



LABORATÓRIO DE ÁGUAS E ALIMENTOS Av. Colombo, 5790 CEP 87020-900 Maringá – PR Fone / Fax (44) 3011-4389 Licença Sanitária N ^o : 1649/2017 – Secretaria Municipal de Saúde Maringá - PR	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – PRESTAÇÃO DE SERVIÇO N^o : 103/2018-DQI	
INTERESSADO : Leonel Estrada Flores	
ENDEREÇO : Maringá - PR	
AMOSTRA : Água (A3) (Osmose Reversa com Magnet)	
DATA DE RECEBIMENTO : 24/05/2018	TEMPERATURA (°C) : 29

N ^o	PARÂMETROS (1)	Un.Padrão	V.M.P (2)	RESULTADOS
1	ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	-	2,0
2	BICARBONATOS (HCO ₃)	mg/L	-	2,0
3	CARBONATOS (CO ₃)	mg/L	-	0
4	HIDRÓXIDOS (OH)	mg/L	-	0
5	CLORETOS (Cl)	mg/L	250	0,08
6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	µS/cm	-	2,96
7	COR	uH	15	1
8	DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE (CO ₂)	mg/L	-	10
9	DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/L	500	ND
10	DUREZA CÁLCICA (CaCO ₃)	mg/L	-	ND
11	DUREZA DE MAGNÉSIO (MgCO ₃)	mg/L	-	ND
12	FLUORETOS (F)	mg/L	1,5	ND
13	FOSFATOS (PO ₄)	mg/L	-	ND
14	AMÔNIA (como NH ₃)	mg/L	1,5	0,11
15	NITRITOS (N – NO ₂)	mg/L	1,0	0,01
16	ODOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
17	SABOR	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
18	pH	-	6,0 a 9,5	6,24
19	SÍLICA DISSOLVIDA (SiO ₂)	mg/L	-	0,04
20	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/L	1.000	0,16
21	SÓLIDOS TOTAIS a 103 °C	mg/L	1.000	0,16
22	SULFATOS (SO ₄)	mg/L	250	ND
23	CLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	250	ND
24	TURBIDEZ	uT	5	0,39
25	CÁLCIO (Ca)	mg/L	-	ND
26	MAGNÉSIO (Mg)	mg/L	-	ND
27	MANGANÊS (Mn)	mg/L	0,1	ND
28	FERRO TOTAL (Fe)	mg/L	0,3	ND
29	POTÁSSIO (K)	mg/L	-	0,01
30	SÓDIO (Na)	mg/L	200	0,02
31	CHUMBO (Pb)	mg/L	0,01	ND
32	CÁDMIO (Cd)	mg/L	0,005	ND
33	CROMO TOTAL (Cr)	mg/L	0,05	ND
34	NIQUEL (Ni)	mg/L	0,07	ND
35	COBRE (Cu)	mg/L	2	ND
36	ZINCO (Zn)	mg/L	5	ND

OBSERVAÇÕES:

- Metodologia : Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater(APHA)(AWWA);
- ND - Não Detectado (Concentração inferior ao limite de detecção do método) ;
- Os resultados referem-se somente a amostra entregue em nosso laboratório.

Maringá, 04 de Junho de 2018.

Dr. Airtton Delfino Andrade
 Dr. Airtton Delfino Andrade
 CRQ-IX 09200089
 Químico Responsável