

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO WI-FI NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO E ALPISTE

FERNANDA KUDO E ZEBELE^{1*}, FRANKLIN LINDEMBERG CUNHA COELHO AMORIM²,
RAPHAEL ELIAS DOS SANTOS², RODRIGO DIAS PANZA³

¹ Graduanda em Engenharia Elétrica – FEEC/UNICAMP; ² Graduandos em Engenharia da Computação – FEEC/ UNICAMP; ³ Graduando em Engenharia Mecânica – FEM/UNICAMP

*E-mail para contato: fernanda.kudo@gmail.com

RESUMO. O WIFI é cada vez mais usado nos dias atuais e tem se tornado imprescindível no cotidiano das pessoas. No entanto, não se sabe ao certo as consequências da exposição direta e intensiva de organismos vivos a ondas eletromagnéticas nessa frequência. Sendo assim, este artigo visa estudar os efeitos causados pela exposição de plantas ao WIFI. Um experimento foi realizado com dois conjuntos de amostras de alpiсте (Phalaris canariensis) e feijão (Phaseolus vulgaris), um colocado em uma região isolada do WIFI com o auxílio de uma gaiola de Faraday, outro em uma região sob efeito direto do sinal Wireless. Decorridos 11 dias, obteve-se uma maior germinação das sementes em amostras isoladas do WIFI, sendo que dentre as amostras que germinaram, houve maior desenvolvimento daquelas que não estavam em contato com o WIFI, com base na verificação do tamanho dos caules, no tamanho e na abertura das folhas, sugerindo que o WIFI tem um efeito retardador sobre a germinação das sementes utilizadas.

PALAVRAS-CHAVE. WIFI, GERMINAÇÃO DE PLANTAS, GAIOLA DE FARADAY, EFEITOS NOCIVOS

STUDY OF THE INFLUENCE OF WI-FI IN THE GERMINATING OF BEAN AND CANARY GRASS SEEDS

ABSTRACT. The WIFI is increasingly used nowadays and has become indispensable in daily life . However , no one knows for sure the consequences of direct and intensive exposure of living organisms to electromagnetic waves at this frequency . Therefore , this article aims to study the effects caused by exposure of plants to WIFI . An experiment was conducted with two sets of samples of canary seed (Phalaris canariensis) and beans (Phaseolus vulgaris) , one placed in an isolated region of the WIFI with the aid of a Faraday cage , the other in a region under direct effect of the wireless signal . After 11 days, we obtained a higher seed germination in samples isolated from WIFI , and among the samples that germinated , there was further development of those who were not in contact with WIFI , based on checking the size of stems , size and opening leaves, indicating that the WIFI has a retarding effect on the germination of the seed used.

KEYWORDS . WIFI , GERMINATING PLANT , FARADAY CAGE , HARM

INTRODUÇÃO

A proliferação das redes WIFI nos diversos ambientes da vida humana mostrou-se extraordinária na última década. No presente, as pessoas estão cada vez mais conectadas à

internet graças aos aparelhos portatéis e às redes sem fio que se encontram ligadas permanentemente nos mais diversos lugares da ação humana. Seja na universidade, no trabalho, no museu, no restaurante ou em casa, a



facilidade de conexão está ao alcance do dedo. Contudo, os efeitos que esse emaranhado de informações em forma de ondas eletromagnéticas tem sobre tais ambientes e sobre os seres vivos que ali presentes ainda não são claros (REAL, 2008).

Segundo documento da OMS de 2011 sobre o uso de celulares, as frequências de trabalho das redes WIFI (2,4 GHz e 5 GHz), dentre outras que fazem parte das frequências de uso de celulares, foram citadas como possíveis causadoras de câncer em seres humanos, cujos perigos a saúde humana são incertos.

Após a divulgação de tal informação por um órgão de tamanha importância global, as repercussões foram diversas em diferentes países, incluindo a apelação de uma política nos EUA sobre os efeitos nocivos do WIFI à saúde, alertando aos pais norte-americanos de manter suas crianças longe do “perigo invisível” e pedindo o banimento do WIFI nas escolas (BELLUZ, 2012).

A necessidade de conclusões mais concretas acerca da influência do WIFI se mostra evidente. Assim, este trabalho tem o intuito de estudar os efeitos do WIFI sobre organismos vivos. Inicialmente, foi avaliada a possibilidade de estudar bactérias e outros organismos, mas a impossibilidade de conduzir experimentos no âmbito doméstico que requerem controle preciso da temperatura ambiente, dentre outras limitações, por um período de vários dias direcionou o grupo a estudar o desenvolvimento de plantas por meio de um experimento.

Efeitos de ondas eletromagnéticas em plantas são estudados desde o século XIX, sendo Jagadish Chandra Bose o precursor da área (BOSE, 1902). Na comunidade científica atual, experimentos conduzidos com algas *Chlorella kessleri* expostas a campos magnéticos estáticos concluíram que sua taxa de crescimento é máxima para uma intensidade de campo determinada, bem como que há aumento na capacidade de fotossíntese e de taxa respiratória (SMALL *et al.*, 2012). Outro experimento mostrou que a exposição de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) a campos estáticos para determinadas intensidades de campo e tempos de exposição melhorou a velocidade de germinação (VASHISTH & NAGARAJAN, 2008), sugerindo que sementes com exposição a tais campos podem performar melhor sob determinadas condições de cultivo.

No entanto, experimentos de avaliação do crescimento de pinheiros-da-escócia (*Pinus sylvestris*) na área que passou a receber radiação de uma estação de rádio local na Letônia mostraram que o crescimento radial das árvores diminuiu, fato que não ocorreu além da área de incidência do campo da estação de rádio, mostrando que há uma correlação em nível estatisticamente significativo entre o desenvolvimento de árvores e a intensidade de campo eletromagnético (BALODIS *et al.*, 1996). Sendo o WIFI tão presente no cotidiano do ser humano quanto outras ondas de rádio, existe interesse em avaliar também a influência de

ondas nessa frequência, daí a motivação para este experimento em particular.

O experimento constituiu em avaliar a germinação de amostras de grãos de feijão e alpiste em dois ambientes diferentes. Num deles, as amostras são expostas intensivamente a um emissor de WIFI (roteador doméstico), e no outro são isoladas de frequências eletromagnéticas através de uma gaiola de Faraday. Pretende-se comparar o desenvolvimento das mesmas espécies em um ambiente isolado do WIFI em contraposição a um ambiente com exposição intensa ao WIFI, mantendo as demais condições iguais, a fim de concluir se tais organismos são afetados ou não por tais ondas e de que maneira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Um modem e roteador WIFI Technicolor modelo TG580v2 ligado em permanência durante o período do experimento foi utilizado como o emissor de ondas.

Visando isolar parte das amostras da incidência de WIFI, uma gaiola de Faraday foi dimensionada e construída. De forma genérica, a gaiola de Faraday consiste em uma superfície condutora fechada que, quando excitada, possui campo elétrico nulo em seu interior. Isso implica na atenuação de ondas eletromagnéticas não apenas na frequência desejada (2,4GHz), como também em outras frequências, de acordo com o condutor escolhido, sua espessura e a relação entre o comprimento de onda da onda eletromagnética em questão e o espaçamento entre os condutores da gaiola (DANIELI, 2002).

No contexto deste experimento, o alumínio foi escolhido como condutor para revestimento da gaiola devido a sua boa condutividade elétrica. Um espaçamento médio entre condutores de 2mm foi considerado suficiente para atenuar satisfatoriamente a incidência de WIFI, por ser inferior a 10% do comprimento de onda, analogamente ao critério utilizado nos experimentos de DANIELI (2002).

A gaiola foi montada em dois estágios, o primeiro correspondendo à montagem da estrutura utilizando ripas de madeira, pregos, parafusos e cantoneiras de metal e o segundo correspondendo ao revestimento de condutor, utilizando 2m² de malha quadrada de alumínio. As dimensões da gaiola são de 45cm x 22cm x 25cm, com um lado reservado para o acesso ao interior da gaiola.

Como amostras, foram utilizados grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e de alpiste (*Phalaris canariensis*) plantados em algodão, além de grãos de feijão plantados em terra. As amostras a receberem incidência intensiva de WIFI e a serem isoladas foram montadas de maneira idêntica. Cada conjunto de amostras corresponde a 4 algodões com 3 grãos de feijão cada, 4 algodões com 20 grãos de alpiste cada e 7 grãos de feijão no copo com terra.

As amostras foram regadas e acompanhadas diariamente e documentadas através de fotos durante os 11 dias de duração do experimento, a fim de possibilitar a análise do desenvolvimento das plantas. O conjunto exposto a WIFI permaneceu durante a totalidade

do experimento ao lado do roteador, enquanto o conjunto isolado permaneceu no interior da gaiola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Decorridos os 11 dias, verifica-se que o desenvolvimento atingido pelas amostras isoladas de WIFI atingiu um grau mais avançado que o das amostras ao lado do roteador. Ainda, verificou-se o início da germinação mais tardio nas amostras expostas intensivamente a WIFI com relação as amostras isoladas. Para as amostras plantadas na terra, a diferença foi de 2 dias e para as plantadas em algodão, 3 dias.

Dentre as amostras sobre algodão, enquanto verificamos a germinação de 5 grãos de feijão nas amostras isoladas de WIFI, apenas 1 grão germinou nas amostras sob influência de WIFI. Quanto às amostras de alpiste, observa-se que 17 grãos germinaram ao todo dentre as amostras isoladas enquanto apenas 11 germinaram dentre as amostras sob influência do WIFI.

Além disso, dos 5 feijões isolados que germinaram sobre algodão, em 3 casos saíram as folhas, em 1 caso elas estão saindo do grão e no último há apenas o grão abrindo, enquanto o único feijão que germinou sob influência de WIFI está semelhante ao grão menos desenvolvido dentre as amostras isoladas. Ainda, os caules de feijão isolados de WIFI atingiram tamanhos maiores que o do feijão sob influência de WIFI. Com relação às amostras de alpiste, os tamanhos atingidos são em média maiores

também nas amostras isoladas. Não foi verificada diferença na coloração das amostras, em nenhum dos casos.

A Figura 1 apresenta as amostras sobre algodão isoladas e expostas, lado a lado, ao final do experimento.

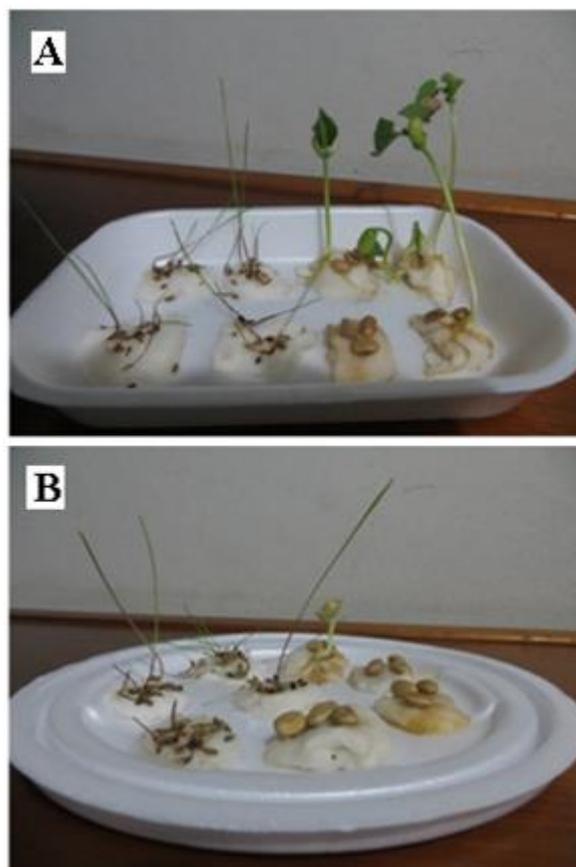


Figura 1 - Amostras de feijão germinado sobre algodão **A**- isoladas e **B**- sob influência de WIFI.

As amostras de feijão plantadas em terra se desenvolveram além das amostras sobre algodão e as diferenças entre o caso isolado e o caso exposto a WIFI são bastante evidentes. Na amostra isolada, verifica-se a germinação de todos os 7 grãos de feijão, com comprimentos de caule entre 14cm e 25cm. Já a amostra exposta

intensivamente a WIFI tem apenas 3 grãos germinados, com caules entre 9cm e 24cm.

Há também uma grande diferença com relação às folhas: todos os grãos germinados isoladamente do WIFI apresentam folhas abertas, enquanto as folhas dos grãos germinados sob influência de WIFI ainda não abriram completamente as folhas. Verifica-se ainda que a amostra que permaneceu isolada do WIFI desenvolveu mais raízes.

A Figura 2 apresenta as amostras de feijão plantadas em terra isoladas e expostas, lado a lado, ao final do experimento.



Figura 2 - Amostra de feijão isolada e sob influência de WIFI, respectivamente

Os resultados são apresentados de maneira detalhada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Resultados do experimento para sementes de feijão A- 7 sementes plantadas no substrato terra; B- 12 sementes plantadas no substrato algodão. Grãos germinados, comprimento das plântulas e seu desenvolvimento, quando na Gaiola de Faraday ou ao lado do Roteador.

A Feijão Semente: feijão / Substrato: terra / Grãos plantados: 7							
Amostras na Gaiola de Faraday				Amostras ao lado do roteador			
Grãos	Comprimentos	Desenvolvimento	Folhagem	Grãos	Comprimentos	Desenvolvimento	Folhagem
7	14cm	Em todos os casos, saíram completamente as folhas	Em todos os casos, folhas maiores e totalmente abertas	3	9cm	Não saíram folhas	-
	17cm				Saíram folhas		
	20cm						
	21cm						
	24cm						
	24,5cm						
	25cm						

B Feijão Semente: feijão / Substrato: algodão: 12							
Amostras na Gaiola de Faraday				Amostras ao lado do roteador			
Grãos	Comprimentos	Desenvolvimento	Folhagem	Grãos	Comprimentos	Desenvolvimento	Folhagem
5	3cm	Folhas prestes a sair	-	1	3cm	Casca não abriu totalmente	-
	3cm	Folhas estão saindo	Ainda fechada				
	5cm						
	9cm	Saíram folhas	Folhas abertas, mas menores				
	10,5cm						

Tabela 2 - Resultados do experimento para sementes de alpiste. 80 sementes plantadas no substrato algodão. Grãos germinados, comprimento das plântulas e seu desenvolvimento, quando na Gaiola de Faraday ou ao lado do Roteador.

Alpiste Semente: alpiste / Substrato: algodão / Grãos plantados: 80				
Amostras na Gaiola de Faraday		Amostras ao lado do roteador		Observações
Grãos germinados	Comprimentos	Grãos germinados	Comprimentos	
15	3cm	11	3,5cm	Não há diferenças de aspecto (exceto pelo comprimento) nem de coloração entre as amostras
	3cm		4cm	
	3,5cm		4cm	
	4cm		5cm	
	4cm		5,5cm	
	4,5cm		6cm	
	4,5cm		6,5cm	
	4,5cm		6,5cm	
	6cm		7cm	
	6cm		8,5cm	
	6cm		9cm	
	7cm			
	8cm			
	10cm			
	10,5cm			

Os resultados sugerem que o WIFI não inibe a germinação de amostras de feijão e alpiste, mas que amostras expostas de maneira intensiva a ondas eletromagnéticas nessa frequência estão sujeitas a se desenvolverem mais lentamente que amostras isoladas de WIFI.

Tais resultados parecem seguir a mesma tendência apresentada no experimento de SOJA *et al.* (2003) de cultivo agrícola de trigo (*Triticumaestivum* L.) e milho (*Zeamays* L.) sob a linha de transmissão Dürnrrohr (Áustria) – Slavetice (República Tcheca), em que as plantações foram cultivadas e acompanhadas durante 5 anos nos arredores da linha testando-se a exposição a diferentes intensidades de campos eletromagnéticos. Nele, verificou-se que a colheita de grãos foi 7% maior nas regiões com menos exposição às ondas eletromagnéticas,

ainda que nenhum efeito da exposição a campos eletromagnéticos tenha sido detectado na análise microbiana da biomassa do solo.

AGRADECIMENTOS: Para a realização deste trabalho agradecemos os professores Hugo Figueroa Rojo e Luiz Carlos Kretly, da FEEC, pela disponibilidade, receptividade e sugestões que auxiliaram a desenvolver este experimento. Agradecemos igualmente o professor Carlos Fernando S. Andrade pelos incentivos e oportunidades oferecidas para que este experimento fosse realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALODIS, V., BRUMELIS, G., KALVISKIS, K., NIKODEMUS, O., TJARVE, D., ZNOTINA, V., 1996. Does the Skrunda Radio Location Station diminish the radial growth of pine trees? *Science of the Total Environment*, 180 (1): 57-64.
 BELLUZ, J., 2012. Is WiFi bad for your health? Disponível em:

- <http://www.chatelaine.com/health/is-wifi-bad-for-your-health/>. Acesso em 30 maio 2013.
- BOSE, J.C. Response in the living and non-living, Longmans, Green and Co., London, 1902.
- DANIELI, C., 2002. Estudo da Gaiola de Faraday como Blindagem para Ondas Eletromagnéticas. Disponível em: http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2002/992700_CarlosDanieli_Faraday.pdf/. Acesso em 03 julho 2013.
- REAL, L. F. O. C., 2008. Transmissão sem fio, ondas, campos magnéticos e os seus efeitos na saúde humana. Disponível em: <http://www.vidageek.net/wp-content/uploads/2009/01/monografia.pdf/>. Acesso em 30 junho 2013.
- SMALL, D. P., HÜNER, N. P.A., WAN, W., 2012. Effect of static magnetic fields on the growth, photosynthesis and ultrastructure of *Chlorella kessleri* microalgae. *Bioelectromagnetics*, 33 (4):298–308.
- SOJA, G., KUNSCH, B., GERZABEK, M., REICHENAUER, T., SOJA, A.-M., RIPPAR, G., BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R., 2003. Growth and yield of winter wheat (*Triticumaestivum* L.) and corn (*Zea mays* L.) near a high voltage transmission line. *Bioelectromagnetics*, 24 (2): 91–102.
- VASHISTH, A. & NAGARAJAN, S., 2008. Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicerarietinum* L.). *Bioelectromagnetics*, 29 (7): 571–578.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011. Electromagnetic fields and public health: mobile phones. Fact sheet n°193. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html>. Acesso em 30 maio 2013.