

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ESTUDO COMPARATIVO DE SEMENTES DE FEIJÃO COMUM (*PHASEOLUS VULGARIS*) COM E SEM TRATAMENTO DE PLASMA NÃO TÉRMICO

Khayyam Ribeiro Mahler, Lucia Vieira.

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil,
Khayyam.Mahler497@univap.fve.edu.br, lucia.vieira@univap.br

Resumo

O presente artigo tem como objetivo estudar as alterações decorrentes da irradiação de plasma atmosférico não térmico em sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). As sementes foram separadas em grupos de acordo com tempo de tratamento com plasma, sendo grupos controle (não tratado) e grupos de 5, 10 e 15 minutos. As sementes foram analisadas quanto ao tempo de germinação em estufa de foto período e alterações em sua morfologia através da microscopia eletrônica de varredura. Os resultados demonstraram aparente vantagem na germinação de sementes tratadas em relação as não tratadas, e os registros da microscopia eletrônica de varredura revelaram alterações na morfologia da superfície das sementes decorrentes do tratamento com plasma. Através desse estudo é possível concluir que o plasma atmosférico não térmico provocou alterações positivas em sementes de *Phaseolus vulgaris* e que demonstra ser uma tecnologia promissora para aplicações na indústria alimentícia e no segmento de tecnologia de alimentos.

Palavras-chave: Plasma atmosférico não térmico. Sementes. Germinação. *Phaseolus vulgaris*.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde, Nutrição.

Introdução

As sementes como fonte de alimento se destacam por serem uma maneira fácil e barata de se alimentar um povo, uma característica de grande relevância na promoção de prosperidade e desenvolvimento de diversas civilizações no planeta (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Atualmente a produção de sementes se caracteriza como uma importante atividade econômica, principalmente por desempenharem papel central como parte da dieta de diferentes populações ao redor do mundo.

Tendo em vista que atualmente para o êxito na área agrícola os requerimentos de qualidade de sementes (que englobam fatores físicos, genéticos, fisiológicos, sanitários e nutricionais) estão cada vez mais elevados, as aplicações de diferentes tecnologias têm sido estudadas com o objetivo de potencializar esses atributos próprios das sementes, otimizando a sua produção e qualidade (FRANÇA NETO et al., 2010). O plasma se apresenta como sendo uma dessas tecnologias, sendo capaz de atuar na preservação da qualidade e no tempo de germinação das sementes, através do tratamento de sua superfície (BORMASHENKO et al., 2012).

Plasma, termo empregado pela primeira vez pelo físico-químico norte-americano Irving Langmuir, é basicamente um gás ionizado que consiste em íons positivos e negativos, espécies neutras, elétrons, átomos e moléculas (BOGAERTS et al., 2002). Ao adicionar energia a uma substância, suas partículas ganham energia cinética, rompendo as ligações internas até ocorrer uma mudança de fase. Em um gás molecular, energia suficiente resulta em dissociação gradual das moléculas em átomos. Com temperaturas mais altas, os átomos podem superar a energia das ligações eletrônicas, formando um plasma - o quarto estado da matéria (BITTENCOURT, 2004).

Plasmas são comumente divididos em plasmas térmicos e plasmas não térmicos. Quando as partículas se encontram em equilíbrio térmico o plasma é considerado um plasma térmico, já quando essas partículas não se encontram em um estado de equilíbrio térmico o plasma é considerado um plasma não térmico (WOLF, 2013). O plasma atmosférico não térmico (PANT) ou plasma frio à pressão atmosférica tem despertado o interesse por suas aplicações tanto no mundo científico quanto no mundo industrial, principalmente por se mostrar um dispositivo de custo relativamente baixo e por situações na qual o aumento de temperatura não é desejável. Enquanto grande parte do potencial de

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

seu uso ainda tem sido estudado, o PANT tem se mostrado um tipo promissor de plasma no tratamento de superfícies e tecidos orgânicos (LOTFY, Khaled et al., 2019).

De acordo com Masafumi et al. (2012, p.01) “recentemente, muitos tipos de fontes de plasma frio à pressão atmosférica foram desenvolvidos para aplicações agrícolas. Algumas fontes foram testadas visando à inativação de microrganismos e/ou aceleração da germinação de sementes”. O presente estudo visa avaliar as aplicabilidades do plasma atmosférico não térmico na indústria alimentícia, mais especificamente o uso em sementes, e analisar as alterações morfológicas e germinativas decorrentes da atuação do plasma nas propriedades de sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), comparando antes e após o tratamento.

Metodologia

As sementes de feijão que foram utilizadas nos experimentos foram do tipo 1 grupo comum (*Phaseolus vulgaris*) da marca Fantástico lote-303, adquiridas em mercado local.

O equipamento utilizado para o tratamento das sementes foi o equipamento de plasma portátil HF IBRAMED. HF é uma abreviação para *High Frequency*, ou seja, é um equipamento de alta frequência (tensão alternada de alguns milhares de volts de baixa corrente). O dispositivo é acompanhado de diferentes tipos de eletrodos de vidro que servem como direcionadores do estímulo elétrico, o eletrodo utilizado nesse experimento foi o eletrodo em formato de cachimbo.

Uma primeira leva de sementes (LG) foi preparada para testes germinativos, elas foram separadas em quatro grupos com quatro sementes cada, sendo eles um grupo controle e três grupos tratados com plasma. Os três grupos tratados com plasma foram submetidos a irradiação em tempos diferentes, sendo 5, 10 e 15 minutos. Após tratamento as sementes irradiadas e as do grupo controle foram colocadas em placas de cultura com algodão nos poços, hidratadas com água destilada e levadas para germinar em estufa fotoperíodo configurada para simular ciclos de dia e noite, atuando em uma temperatura de 19°C e 30°C por 12 horas cada ciclo. Além disso as sementes eram hidratadas diariamente com 0,5 ml de água destilada para que não fossem prejudicadas pelo processo de desidratação. O acompanhamento diário foi realizado durante um período de cinco dias.

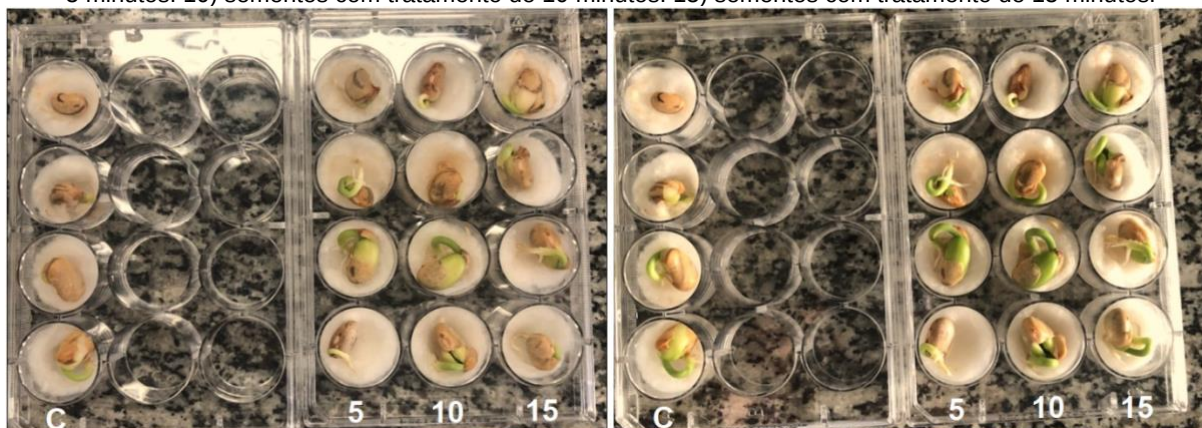
Também foram preparadas amostras para serem analisadas através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), a fim de observar as possíveis alterações em suas superfícies. Duas levadas de amostras foram preparadas seguindo o modelo das sementes que foram germinadas, ou seja, um grupo controle e três grupos tratados por 5, 10 e 15 minutos. A primeira leva (LMEV1) passou somente pelo tratamento com plasma, já a segunda leva (LMEV2) foi tratada com plasma e armazenada em estufa fotoperíodo durante 24h seguindo os mesmos parâmetros de temperatura das sementes que foram germinadas. As amostras precisavam estar completamente desidratadas antes de serem analisadas pela MEV, dessa forma foram submetidas a um período de uma semana dentro da estufa a uma temperatura de 30°C. Após esse período as sementes foram cortadas transversalmente para que seu interior fosse observado.

Resultados

Os registros realizados durante o período de monitoramento de germinação das sementes revelam uma diferença entre as sementes que foram submetidas a irradiação de plasma atmosférico não térmico em relação as sementes do grupo controle. Essa diferença se apresentou mais evidente entre os dias 3 e 4 após tratamento com plasma, conforme Figura 1.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

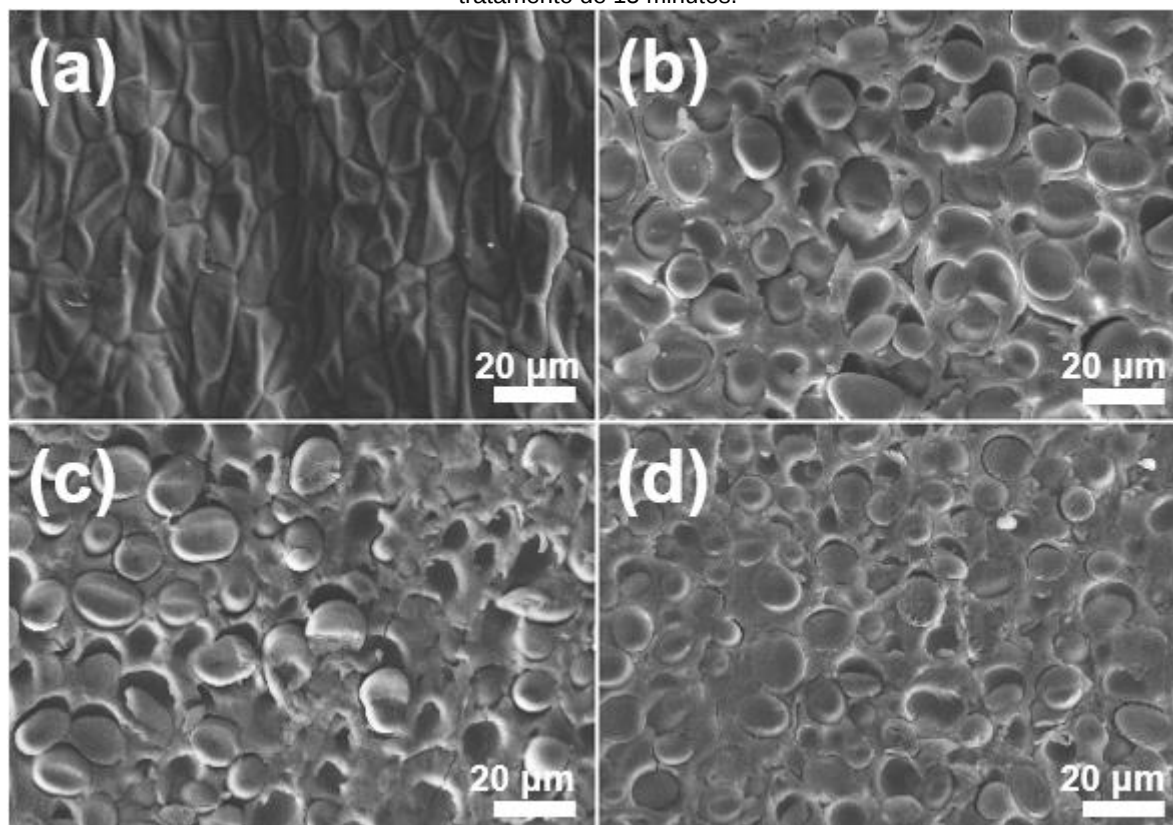
Figura 1 – Registro da leva de germinação (LG) de sementes de *Phaseolus vulgaris* nos dias 3 e 4 pós germinação, respectivamente. C) sementes do grupo controle (sem tratamento). 5) sementes com tratamento de 5 minutos. 10) sementes com tratamento de 10 minutos. 15) sementes com tratamento de 15 minutos.



Fonte: Autor (2023).

O efeito o plasma atmosférico não térmico sobre as mudanças na morfologia das sementes de *Phaseolus vulgaris* detectadas usando as imagens obtidas da MEV são mostradas nas Figuras 2 e 3.

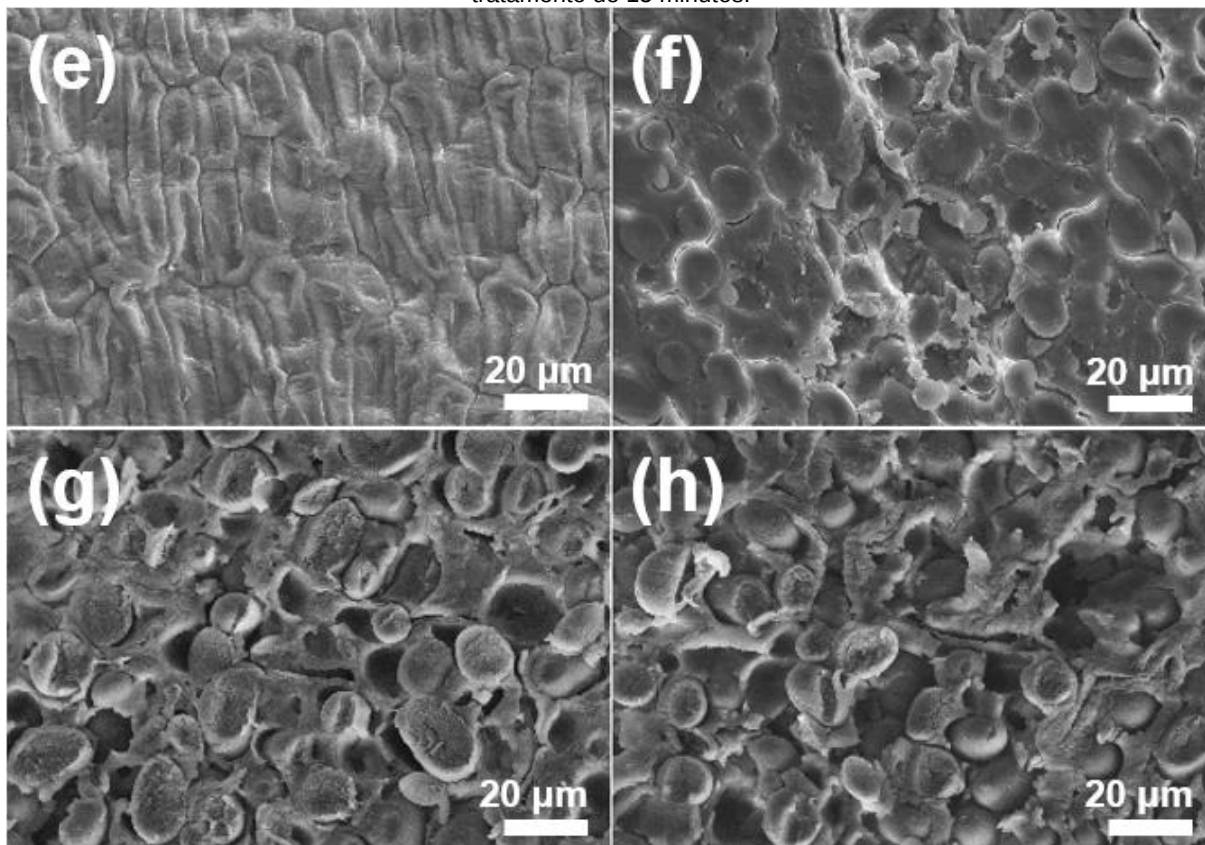
Figura 2 – Imagens da leva 1 de sementes da MEV (LMEV1). a) sementes do grupo controle (sem tratamento). b) sementes com tratamento de 5 minutos. c) sementes com tratamento de 10 minutos. d) sementes com tratamento de 15 minutos.



Fonte: Autor (2023).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 3 - Imagens da leva 2 de sementes da MEV (LMEV2). e) sementes do grupo controle (sem tratamento). f) sementes com tratamento de 5 minutos. g) sementes com tratamento de 10 minutos. h) sementes com tratamento de 15 minutos.



Fonte: Autor (2023).

Discussão

Com os registros da MEV é possível observar através das imagens “a” e “e” das Figuras 2 e 3 que as sementes não tratadas com o plasma atmosférico não térmico (grupo controle) apresentaram uma superfície lisa, quase uniforme e com baixa rugosidade. Já as sementes que foram submetidas a irradiação de plasma atmosférico apresentaram uma superfície rugosa, não uniforme, com aspecto de fendas e microp perfurações. Estudos indicam que esse fenômeno se dá pelo fato de que o tratamento com plasma provoca um bombardeio de íons, o que explicaria a erosão da superfície em sementes (AMNUAYSIN et al., 2018).

Em seu estudo, Le et al. (2022) utilizou da microscopia eletrônica de varredura para analisar as alterações na superfície de amostras de feijão mungo (*Vigna radiata*) quando submetidas a irradiação de plasma não térmico. Foi observado que as alterações na superfície das sementes (deformações, tamanho das fendas e rachaduras) eram proporcionais ao tempo de exposição ao tratamento com plasma. Os autores relacionam essas características com a interação dos elétrons e íons do plasma com a superfície das sementes. Além disso também foram realizadas análises referentes ao grau de umectação (molhabilidade) e foi constatado que quanto maior o tempo de exposição ao plasma menor era o ângulo de contato entre a água e a superfície das sementes. Essa característica foi atribuída ao fato de que sementes com tempos de tratamento maiores possuíam fendas e rachaduras maiores, o que levaria a uma melhor absorção de água e promovendo consequentemente uma melhora no potencial germinativo das sementes. Isso contribui para explicar o porquê que no presente estudo, conforme a Figura 1, as sementes dos grupos tratados com plasma apresentaram aparente vantagem na germinação em relação as sementes do grupo controle.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Sivachandiran e Khacef (2017) utilizaram do plasma atmosférico não térmico para tratar tanto água quanto sementes de rabanete, tomate e pimentão. Foi observado que a água tratada teve impacto significativo na germinação e crescimento dos brotos dos três tipos de sementes. Os autores também destacam efeitos positivos ao combinar água e sementes, ambos tratados com plasma. Em contrapartida eles verificaram efeitos negativos em amostras submetidas a tempos de tratamento prolongado. Esse resultado vai de encontro ao que foi investigado anteriormente no presente estudo, onde tempos de irradiação de plasma maiores não necessariamente vão acarretar melhores resultados. Os autores finalizam por destacar a necessidade de adequar o tempo de exposição ao plasma atmosférico não térmico de acordo com cada tipo de semente.

Vale destacar também que na literatura científica temos trabalhos que evidenciam que as aplicações de plasma atmosférico não térmico em sementes não se limitam a apenas germinação e crescimento, mas que essas características também estão associadas com a inativação de fungos e patógenos, como Lee et al. (2021) e Pérez-Pizá et al. (2019) encontraram em seus estudos com sementes de ginseng e soja respectivamente.

Conclusão

As aplicações do plasma têm atraído interesse de diversos segmentos nos últimos anos, incluindo a indústria alimentícia. Os resultados obtidos nesse estudo revelaram que o uso do plasma atmosférico não térmico em sementes de *Phaseolus vulgaris* foi capaz de acelerar sua germinação, bem como promover alterações na morfologia de sua superfície. Além disso, tais resultados aparentam estar relacionados com características antifúngicas e antipatogênicas conforme demais estudos encontrados na literatura científica. Dessa forma, é possível concluir que o plasma não térmico demonstra ser uma tecnologia promissora para aplicações em sementes, podendo gerar um impacto positivo nesse ramo específico da indústria alimentícia. Mais trabalhos envolvendo o plasma não térmico se fazem necessários para que essa tecnologia e suas aplicações sejam estudadas na área de tecnologia de alimentos.

Referências

AMNUAYSIN, Nuankamol et al. Seed germination and seedling growth of rice in response to atmospheric air dielectric-barrier discharge plasma. **Songklanakarin Journal of Science & Technology**, v. 40, n. 4, 2018.

BITTENCOURT, José A. **Fundamentals of plasma physics**. Springer Science & Business Media, 2004.

BOGAERTS, Annemie et al. Gas discharge plasmas and their applications. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy**, v. 57, n. 4, p. 609-658, 2002.

BORMASHENKO, Edward et al. Cold radiofrequency plasma treatment modifies wettability and germination speed of plant seeds. **Scientific reports**, v. 2, n. 1, p. 741, 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

FRANCA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, Ademir Assis. A importancia do Uso de Semente de Soja de Alta Qualidade. 2010.

ITO, Masafumi; OHTA, Takayuki; HORI, Masaru. Plasma agriculture. **Journal of the Korean Physical Society**, v. 60, p. 937-943, 2012.

LEE, Younmi et al. Enhancement of seed germination and microbial disinfection on ginseng by cold plasma treatment. **Journal of Ginseng Research**, v. 45, n. 4, p. 519-526, 2021.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

LOTFY, Khaled; AL-HARBI, Nadi Awad; ABD EL-RAHEEM, Hany. Cold atmospheric pressure nitrogen plasma jet for enhancement germination of wheat seeds. **Plasma Chemistry and Plasma Processing**, v. 39, p. 897-912, 2019.

PÉREZ-PIZÁ, María C. et al. Improvement of growth and yield of soybean plants through the application of non-thermal plasmas to seeds with different health status. **Heliyon**, v. 5, n. 4, 2019.

SIVACHANDIRAN, Loganathan; KHACEF, Ahmed. Enhanced seed germination and plant growth by atmospheric pressure cold air plasma: combined effect of seed and water treatment. **RSC advances**, v. 7, n. 4, p. 1822-1832, 2017.

WOLF, Rory A. **Atmospheric pressure plasma for surface modification**. John Wiley & Sons, 2012.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).