

## TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO DO SENSOR MQ-3 PARA MEDIÇÃO DE ETANOL EM GRÃOS DE FEIJÃO

AUGUSTO HENRIQUE MACIEL SILVA<sup>1</sup>; JERFFESON ARAUJO CAVALCANTE<sup>2</sup>;  
ÁDAMO DE SOUSA ARAUJO<sup>3</sup>; RAIMUNDA NONATA OLIVEIRA DA SILVA<sup>2</sup>;  
ARIELE PAULA NADAL<sup>4</sup>; GIZELE INGRID GADOTTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando do curso de Engenharia Agrícola, UFPEL – [augusto.macielsilva@hotmail.com](mailto:augusto.macielsilva@hotmail.com)

<sup>2</sup>Doutorando no PPG em C&T de Sementes, UFPEL – [jerffeson\\_agronomo@hotmail.com](mailto:jerffeson_agronomo@hotmail.com)

<sup>3</sup>Dr. Prof., Engenharia Agrícola, UNIPAMPA – [adamoeng@gmail.com](mailto:adamoeng@gmail.com)

<sup>4</sup>Graduanda do curso de Engenharia Agrônômica, UFPEL – [arielenadal@hotmail.com](mailto:arielenadal@hotmail.com)

<sup>5</sup>Drª. Profª, Centro de Engenharias, UFPEL – [gizele.gadotti@ufpel.edu.br](mailto:gizele.gadotti@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A deterioração dos produtos armazenados ocorre devido ao processo de respiração dos grãos, pois parte da matéria comercializável é consumida (MUIR et al., 2001). O processo respiratório dos grãos ocasiona perda pequena de massa quando comparada à perda ocasionada pela respiração de insetos, fungos e bactérias presentes nos grãos armazenados. Entretanto, essa perda possui elevada relevância no momento da comercialização do produto (BROOKER et al., 1992).

O oxigênio livre é essencial para prover a respiração celular e a redução da energia que será utilizada para manutenção do metabolismo dos organismos anaeróbicos. Devido a isso, os grãos podem ser armazenados com uma apropriada manutenção da qualidade, quando a concentração de oxigênio é manipulada ou excluída pela modificação da estrutura de armazenamento (WHITE; LEESCH, 1996).

A elevação da concentração de gás carbônico e a diminuição simultânea de oxigênio em ambientes herméticos favorecem o controle de insetos. A mortalidade de insetos ocorre em maior escala nas formas imaturas de desenvolvimento, quando os níveis de oxigênio intergranular atingem níveis de concentração próximos ou inferiores a 5% (AFONSO et al., 2000).

Contudo, os baixos níveis de oxigênio durante o armazenamento de grãos podem proporcionar um ambiente de característica apomítica, interferindo diretamente na respiração aeróbica dos grãos. Com a respiração anaeróbica inicia-se o processo de fermentação alcoólica onde as duas enzimas descarboxilase do piruvato e desidrogenase do álcool agem sobre o piruvato, produzindo etanol e CO<sub>2</sub> e oxidando NADH no processo (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Neste sentido, existe a necessidade de se utilizar um sensor capaz de detectar a presença de etanol em grãos armazenados em baixos níveis de O<sub>2</sub>. Assim, objetivou-se avaliar o tempo de estabilização de um sensor MQ-3 para medição de etanol em grãos de feijão em anaerobiose.

### 2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-colheita no Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. Como material de pesquisa foram utilizados seis amostras de grãos de feijão oriundas da safra 2015, com média de umidade dos grãos em torno de 14% para todas as amostras.

Para a realização das medições de etanol, previamente, nove repetições de 25 grãos de feijão de cada amostra foram pesadas em balança analítica e

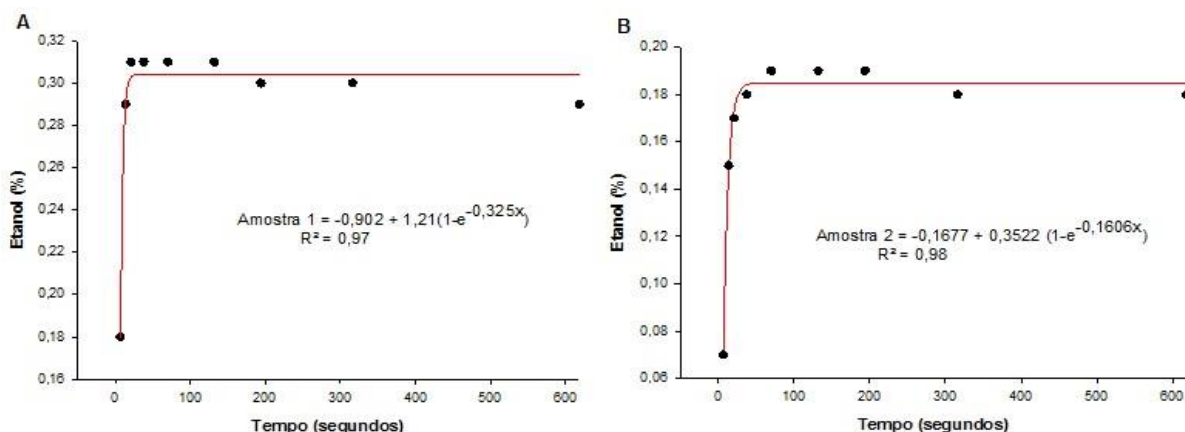
acondicionadas em frascos de vidro de volume conhecido (150 mL) contendo 70 mL de água destilada (simulação de ambiente anaeróbico), passando por um período de repouso de 24 horas em temperatura ambiente, com temperatura em torno de 25 °C. Após esse período de hidratação, foram realizadas as medições com o sensor.

O sensor MQ-3, capaz de medir as variações de resistência (etanol circundante), foi integrado a um microcontrolador (ATMega 328p), que converteu as variações de resistência em variações de tensão. Previamente ao processo de conversão, através de filtros de passa baixa presente no próprio conversor, foram eliminados os possíveis ruídos proporcionados pelo meio externo. Esse mesmo conversor converteu os sinais de variação de tensão em valores digitais, na qual a quantidade de etanol, posteriormente, apresentando os resultados em porcentagem, após leituras realizadas em diferentes intervalos de tempos (12-14; 19-21; 36-38; 68-70; 130-132; 192-194; 314-316; 616-618 segundos).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com nove repetições para cada amostra. Os dados foram submetidos a análise de variância a 5% de significância e quando significativo, aplicou-se o modelo de curva exponencial para determinar o tempo mínimo de estabilização do sensor MQ-3. Os resultados foram avaliados através do programa estatístico R® versão 3.1.1. e o pacote de dados "ExpDes.pt" (BANZATO; KRONKA, 2006; R Core Team, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

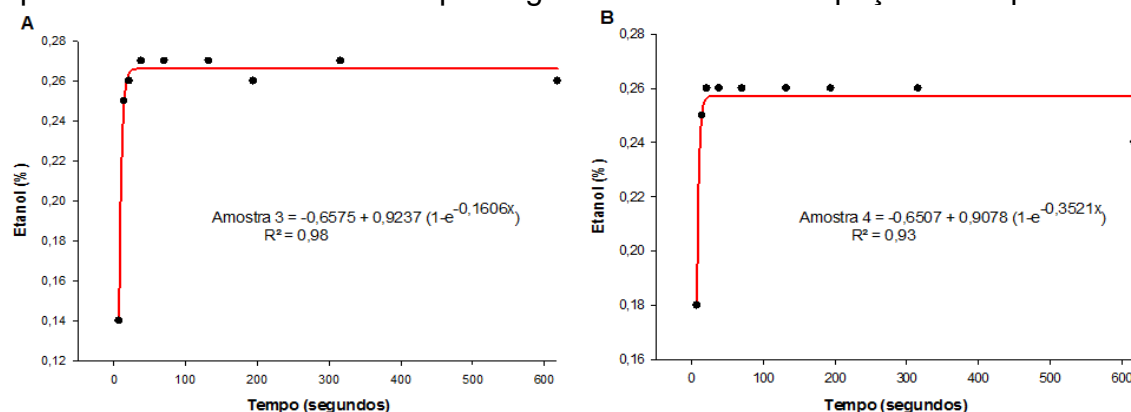
Na figura 1A, observou-se que o tempo mínimo de estabilização do sensor MQ-3 para a amostra 1 foi de 22 segundos, sendo que medições realizadas a partir dos 23 segundos não apresentaram variações, permanecendo com valores constantes até a última leitura (618 segundos). Já para a amostra 2 (Figura 1B), diferente do que foi observado para o amostra 1, apresentou estabilidade nas leituras a partir de 40 segundos, porém, permanecendo estável até a realização da última leitura, que foi de 618 segundos.



**Figura 1.** Tempo médio de estabilização do sensor MQ-3 para medição de etanol em diferentes amostras (1A e 2B) de grãos feijão submetidas a anaerobiose.

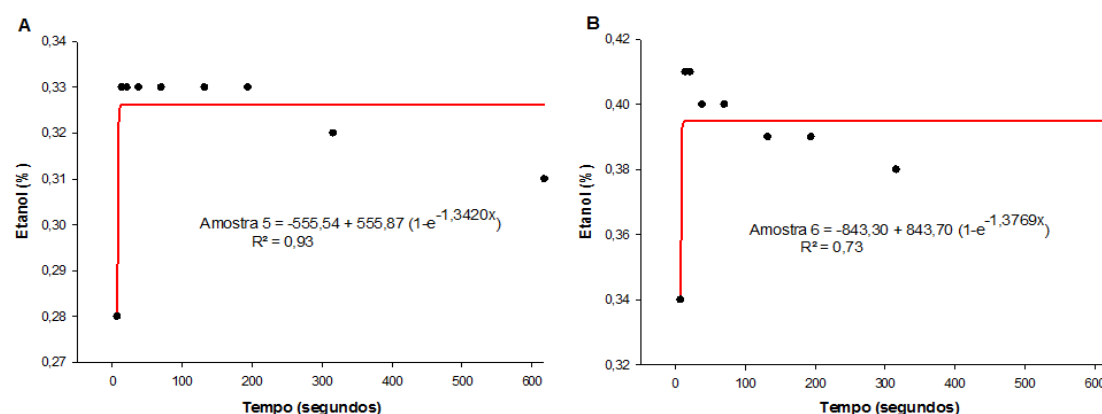
Com relação as amostras 3 e 4, (Figura 2A e 2B), ambos apresentaram tempo de estabilização semelhantes, sendo de 26 segundos para a amostra 3 e 29 para a amostra 4. No entanto, as amostra 5 e 6 (Figura 3A e 3B) foram os que apresentaram o menor tempo de estabilização, correspondendo a 16 e 13 segundos,

respectivamente, mostrando a eficiência do sensor MQ-3 para determinar a quantidade de etanol liberada pelos grãos em um curto espaço de tempo.



**Figura 2.** Tempo médio de estabilização do sensor MQ-3 para medição de etanol em diferentes amostras (3A e 4B) de grãos feijão submetidas a anaerobiose.

Nos testes que avaliam a quantidade de etanol liberado pelas sementes, como foi utilizado por KODDE et al. (2012) em sementes de repolho e BUCKLEY; HUANG (2011) em sementes de canola, foi utilizado um etilômetro adaptado. O etilômetro identifica, através de uma análise rápida e adequada do ar expelido pelos pulmões, a presença e quantidade de álcool no organismo, fornecendo resultados equivalentes aos valores encontrados no ar alveolar. A maioria destes equipamentos chegam bem próximos da precisão e da exatidão, podendo ser utilizados como testes de triagem ou confirmatório da intoxicação (BRAATHEN, 1997; CARVALHO; LEYTON, 2000). Contudo, os resultados desse equipamento são expressos em mg L<sup>-1</sup> de sangue, podendo causar resultados inconstantes quando está utilizando-o para verificar a quantidade de etanol liberado por grãos em anaerobiose.



**Figura 3.** Tempo médio de estabilização do sensor MQ-3 para medição de etanol em diferentes amostras (5A e 6B) de grãos feijão submetidas a anaerobiose.

Ainda foi possível verificar que todos as amostras de feijão avaliados apresentaram estabilidade até o tempo final de avaliação (618 segundos), demonstrando confiabilidade do sensor na obtenção dos resultados, podendo ser, também, aplicado em para outras espécies. Nessa perspectiva, Maciel et al. (2003) destacaram que o desenvolvimento de sensores deste tipo é de extrema importância para muitas aplicações, devido suas vantagens, tais como tamanho reduzido, alta estabilidade, sensibilidade e longa vida útil.

#### 4. CONCLUSÕES

A média de estabilização do sensor MQ-3 durante as medições de etanol das amostras de grãos de feijão foi de aproximadamente 23 segundos.

O sensor MQ-3 foi eficiente, prático e rápido na medição de etanol em grãos de feijão em anaerobiose.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, A. D. L.; SILVA, J. S.; BERBERT, P. A. Controle de pragas por atmosferas controladas In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. p. 383-393.

BRAATHEN C. O princípio químico do bafômetro. **Química Nova Escola**, n. 5, p. 3-5, 1997.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 450p.

BUCKLEY, W. T.; HUANG, J. An ethanol-based seed vigour assay for canola. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 1; p. 510–526, 2011.

CARVALHO, D. G.; LEYTON V. Avaliação das concentrações de álcool no ar exalado: considerações gerais. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 27, n. 2, p. 76-82, 2000.

KODDE, J., BUCKLEY, W. T.; GROOT, C. C.; RETIERE, M.; VÍQUEZ ZAMORA, A. M.; GROOT, S. P. C. A fast ethanol assay to detect seed deterioration. **Seed Science Research**, v. 22, n. 1, p. 55-62, 2012.

MACIEL, A. P.; PARO, F.; LEITE, E. R. E. Longo Dióxido de estanho nanoestruturado como sensor de NOx (Nanostructured tin dioxide as a NOx gás sensor). **Cerâmica**, v. 49, n 1. p. 163-167, 2003.

MUIR, W. E. **Grain preservation biosystems**. Manitoba: Department of Biosystems Engineering, University of Manitoba, 2001. 421p.

R Core Team R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <http://www.R-project.org/>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

WHITE, N. D. G.; LEESCH, J. G. Chemical control. In SUBRAMANYAN, B.; HAGSTRUM, D. **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekkes, 1996. p. 287-330.