

# Recirculação do Gas Fosfina Durante o Expurgo de Grãos de Trigo em Silo Metálico para o Controle de Pragas de Armazenamento<sup>1</sup>

*Guilherme Gouvêa Fertonani<sup>2</sup>, Marcelo Aparecido Alves Rodrigues<sup>3</sup>, Irineu Lorini<sup>4</sup>*

---

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países maiores produtores de grãos com uma estimativa de produção de 251,9 milhões de toneladas na safra de 2019/20, um recorde para o país que vem aumentando sua produtividade e consequente produção a cada safra agrícola (CONAB, 2020).

Muitos são os insetos-pragas que ocorrem em produtos armazenados e seus derivados, destacando-se algumas espécies de coleópteros e de lepidópteros. Os principais insetos-pragas são *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais* e *Tribolium castaneum*, sendo estes um dos principais fatores responsáveis pelas perdas na pós-colheita. Estas espécies tem características de se desenvolver em diversos tipos de ambientes, nos armazéns, em silos a granel, e em produtos ensacados, entre outros, com a proliferação acentuada e que pode causar prejuízos (LORINI et al., 2015).

O controle inadequado dos insetos que atacam os grãos armazenados pode acarretar diversos problemas, como perda de qualidade e quantidade dos grãos, dificuldade de exportação de grãos e derivados, presença de insetos nos produtos já industrializados, causando transtornos para a indústria e consumidor, e efeitos negativos a saúde humana e animal (LORINI et al., 2015).

O expurgo é um método de controle que visa a eliminação dos insetos que se encontram nos produtos armazenados em suas diversas fases de desenvolvimento (ovo, larva, pupa e adultos), pois permite atingir eficiência de 100% de mortalidade das pragas (LORINI et al., 2015). Este processo pode ser realizado nos mais diferentes locais, desde que seja observada a perfeita vedação do local a ser expurgado e as normas de segurança para os produtos em uso. O gás introduzido no interior da massa de grãos deve ficar nesse ambiente em concentração letal para as pragas. Por isso, qualquer saída ou entrada de ar deve ser vedada sempre com materiais apropriados, e a massa

---

<sup>1</sup>Trabalho desenvolvido na Integrada Cooperativa Agroindustrial, Londrina, PR, unidade armazenadora de Cambé, PR. Publicado na PR Coop. Tecn. Cient., Curitiba, v. 16, ed. esp. 25, p. 06-17. 2020.

<sup>2</sup>Técnico agrícola. Acadêmico do curso de Agronomia da UNOPAR. Rua Angelino Rosim CEP 86038-398 Londrina, PR. E-mail: [guiifertonani@gmail.com](mailto:guiifertonani@gmail.com)

<sup>3</sup>Integrada Cooperativa Agroindustrial, Londrina, PR. Acadêmico do curso de Agronomia da UNOPAR, Londrina, PR. E-mail: [marcelo.rodrigues@integrada.coop.br](mailto:marcelo.rodrigues@integrada.coop.br)

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, PhD em Pragas de Produtos Armazenados. ILConsultoria Empresarial. Rua Caminho do Engenho, 160/603B, Itacorubi, 88034-300. Florianópolis, SC. E-mail: [lorini.irineu@gmail.com](mailto:lorini.irineu@gmail.com)

de grãos com lona especial de expurgo (LORINI et al., 2013). O inseticida indicado para expurgo de grãos é a fosfina ( $\text{PH}_3$ , proveniente de fosfeto de alumínio ou de magnésio), sendo biocida geral, um gás altamente tóxico, que é liberado na presença de umidade do ar (LORINI, 2012; LORINI et al., 2018). Para que o expurgo seja eficiente ou seja, para que todas as fases de vida do inseto sejam eliminadas, a concentração de fosfina deve ser mantida por no mínimo em 400 ppm por pelo menos 120 horas (DAGLISH et al., 2002; LORINI et al., 2011). O expurgo eficiente, mantendo a concentração durante o tempo mínimo, evita o surgimento e evolução da resistência das pragas ao gás fosfina (LORINI et al., 2007).

A recirculação de fosfina durante o expurgo pode ser utilizada em silo metálico ou de concreto, onde potencializará a homogeneização e uniformidade do gás em toda extensão do silo e massa de grãos. Esta proporciona eficiência do expurgo como pode ser visto nos trabalhos de PILAR & LORINI (2015) onde os autores compararam a vedação de diferentes silos metálicos, e BERNARDES et al., (2017) que compararam a vedação em silos e armazéns graneleiros durante o processo de expurgo, e ambos demonstraram a eficácia de recircular o gás fosfina durante o processo.

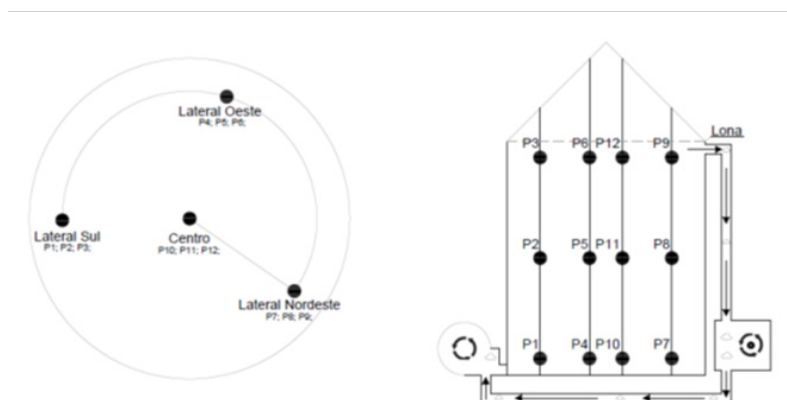
O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da recirculação de fosfina no expurgo de trigo armazenado, para promover a uniformidade de distribuição e garantir a concentração mínima em todo o silo metálico, com colocação das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma Unidade Armazenadora da Integrada Cooperativa Agroindustrial situada no município de Cambé no estado do Paraná.

O experimento foi realizado em um silo metálico de capacidade estática de armazenamento de 900 toneladas, com diâmetro de 16 metros. O silo se encontrava com 600 t de trigo, equivalente a  $1.025 \text{ m}^3$ , durante o trabalho. O descarregamento do grão do silo é realizado por meio de um eixo sem fim com origem na base interna do silo e término na correia transportadora lateral. O sistema de aeração do silo ocorre por tubulação que se origina no ventilador externo e finaliza na base interna do silo. A base do silo é no formato de um trapézio invertido.

Para instalar o sistema de medição da concentração de fosfina, foram inseridas mangueiras de medições acompanhando os cabos de termometria, lateral Sul, lateral Oeste, lateral Nordeste e centro, equivalente a 4 cabos, dispondo de três pontos de medições em cada cabo, sendo um ponto a 0,5 m do fundo do silo na massa de grãos, outro no meio do silo a 4,0 m de profundidade na massa de grãos, e outro a 0,5 m da superfície da massa de grãos no topo do silo (Figura 1). No total foram 12 pontos de coleta de amostras da concentração do gás fosfina durante o expurgo. A outra extremidade das mangueiras foi trazida para a base externa do silo e acopladas individualmente por um registro, com um adaptador na mangueira de sucção do aparelho de medição de fosfina.



**Figura 1.** Sistema de medição da concentração de fosfina instalado no silo com mangueiras de medições ao longo dos cabos de termometria na lateral Sul, lateral Oeste, lateral Nordeste e centro do silo. Cambé, PR, 2020.

O preparo do silo para realização do expurgo foi feito com colocação de lona específica para expurgo na parte superior da massa de grãos, vedando com auxílio de fita e cola para fixar a lona nas laterais do silo. O sistema de recirculação do gás fosfina foi composto por uma mangueira de silicone com espessura de 50 mm de diâmetro, colocada sob a lona de expurgo, em forma de triângulo no centro do silo e os três cabos laterais de termometria, descendo externamente para se conectar ao aparelho de recirculação de fosfina, modelo Vetquímica. A saída do recirculador foi conectada ao ducto do sistema de aeração do silo para promover a entrada da fosfina na parte inferior do silo.

A dosagem usada foi de de 6,0 g/m<sup>3</sup> de pastilhas do produto comercial a base de fosfina. A aplicação das pastilhas foi realizada em sulcos de 20 cm de profundidade na superfície da massa de grãos.

O monitoramento da concentração de fosfina foi realizado diariamente com auxílio do medidor de fosfina, modelo SiloChek da Canary Co da Austrália, que possui sensor de fosfina com sensibilidade de medição de 1,0 ppm e limite máximo de detecção de 2.000 ppm.

As medições da concentração de fosfina foram realizadas a primeira três horas do término da operação de expurgo, e após sempre em intervalos de 24 horas durante 10 dias até o término do expurgo.

Os resultados das medições da concentração de fosfina em cada ponto de medição, nas profundidades de cada mangueira instalada, foram representados graficamente para verificação do efeito da recirculação de fosfina durante o expurgo dos grãos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

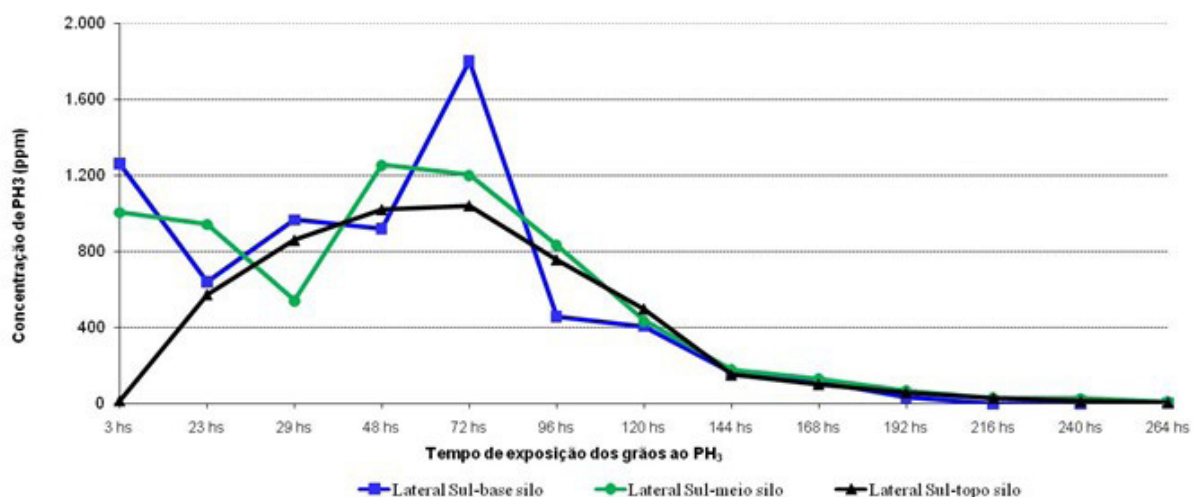
O resultado do expurgo realizado na unidade, em silo metálico, com recirculação e medição da concentração do gás fosfina, demonstrou ser o melhor caminho para fazer um expurgo eficiente (Figuras 2 a 5). A distribuição da fosfina, medida no expurgo com recirculação do gás, permitiu comparar com a referência técnica de eficácia de 400 ppm de PH<sub>3</sub> por uma exposição mínima de 120 horas (LORINI et al., 2015).

As medições da concentração de fosfina estavam acima de 400 ppm já após 23 horas de liberação das pastilhas no silo, demonstrando uma rápida e boa distribuição da fosfina no interior da massa de grãos. Na maioria dos pontos de medição da fosfina no interior do silo, as concentrações ficaram acima de 400 ppm até as 120 horas após liberação das pastilhas (Figuras 2, 3 e 4), evidenciando a concentração letal para todas as fases de vida das pragas de grãos armazenados (LORINI et al., 2011; DAGLISH et al., 2002). Não foi possível registrar a concentração de fosfina em três pontos de medição, lateral nordeste-topo do silo, centro-base do silo e centro-topo do silo, devido ao colapso da mangueira de medição resultante da pressão do grão (Figuras 4 e 5).

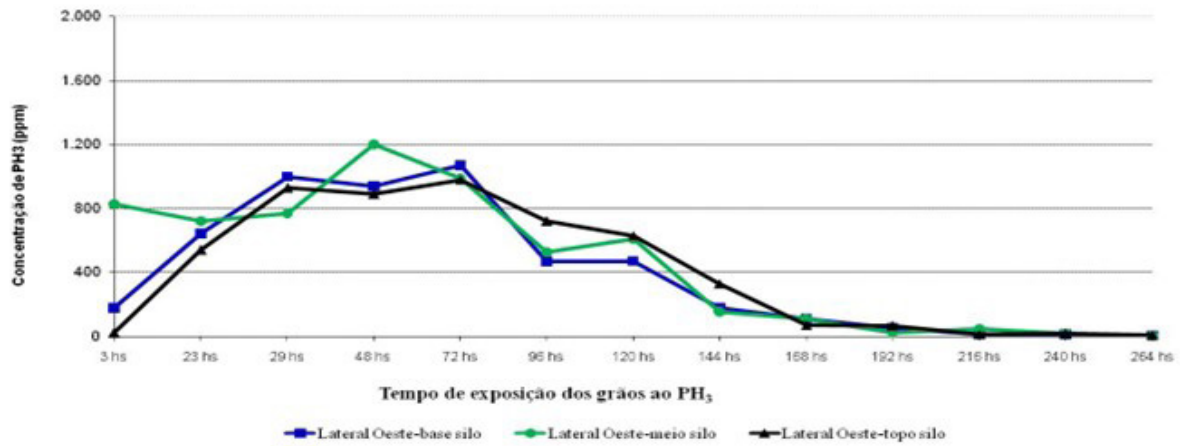
A partir de 120 horas da liberação das pastilhas de fosfina, houve um decréscimo na concentração do gás no interior do silo, devido a vazamentos no sistema de vedação do mesmo, reduzindo para próximo de zero nas 264 horas após a liberação (Figuras 2 a 5). BERNARDES et al., (2017) encontraram semelhantes resultados com o monitoramento da fosfina no sistema de recirculação e atribuindo a precariedade das estruturas armazenadoras como a principal causa da diminuição rápida da concentração durante expurgo de trigo e milho.

A recirculação de fosfina aplicada na massa de grãos durante o expurgo, produz uma maior homogeneidade da mesma dentro do silo, evitando a sobrevivência de algumas fases de vida da praga e o favorecimento da seleção de indivíduos resistentes ao inseticida (LORINI et al., 2007), garantindo a eficácia do processo de expurgo.

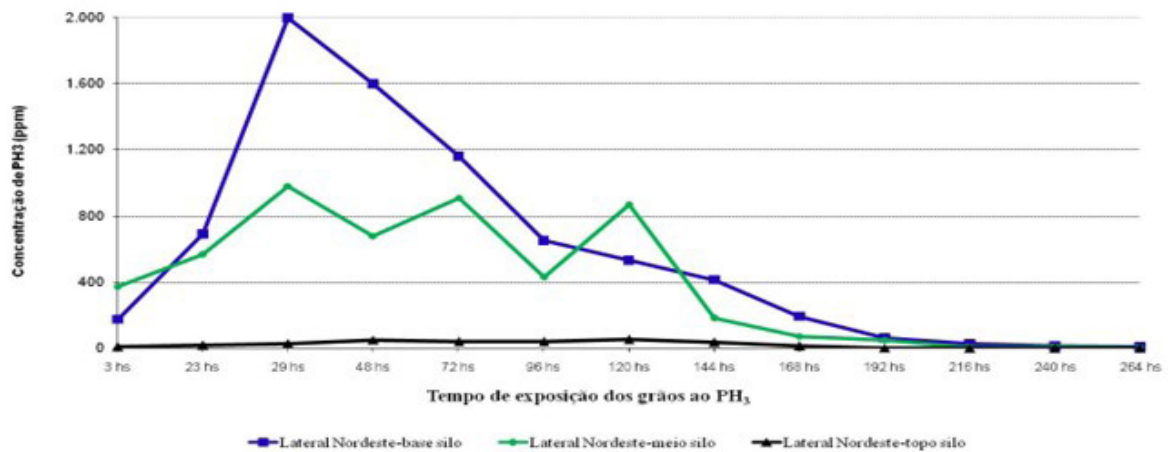
O sucesso de um expurgo eficiente é atingido quando se segue a rigor todos os detalhes como concentração de fosfina, tempo de exposição e vedação ou hermeticidade, por isto é necessário a verificação de todos os materiais antes do início do processo, desde lonas, recirculadores, mangueiras e estruturas de armazenagem, pois a ausência destes cuidados pode levar a falha de um expurgo.



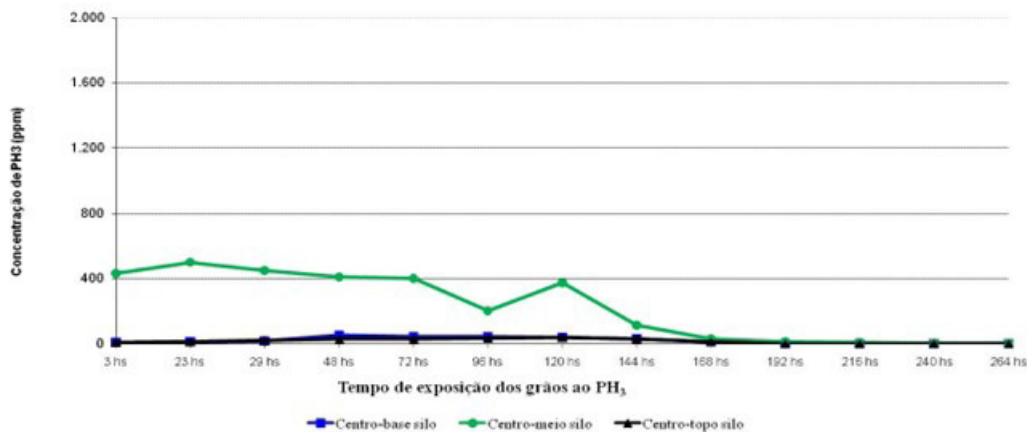
**Figura 2.** Monitoramento da concentração de fosfina (PH<sub>3</sub>), no interior da massa de grãos, na lateral Sul, durante o expurgo do trigo armazenado em silo metálico, com a recirculação do gás fosfina durante o expurgo. Cambé, PR, 2020.



**Figura 3.** Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ), no interior da massa de grãos, na lateral Oeste, durante o expurgo do trigo armazenado em silo metálico, com a recirculação do gás fosfina durante o expurgo. Cambé, PR, 2020.



**Figura 4.** Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ), no interior da massa de grãos, na lateral Nordeste, durante o expurgo do trigo armazenado em silo metálico, com a recirculação do gás fosfina durante o expurgo. Cambé, PR, 2020.



**Figura 5.** Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ), no interior da massa de grãos, no centro, durante o expurgo do trigo armazenado em silo metálico, com a recirculação do gás fosfina durante o expurgo. Cambé, PR, 2020.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de recirculação de fosfina durante o expurgo aplicada no desenvolvimento deste trabalho, permitiu comprovar sua eficácia, pela uniformidade de distribuição do gás em todos os pontos da massa de grãos. Além disso, houve maior agilidade do processo com a diminuição do tempo de exposição dos operadores ao gás fosfina e diminuição dos riscos de contaminação dos aplicadores.

A técnica de expurgo de grãos exige uma série de cuidados na estrutura e no material usado, além da aplicação da concentração adequada de fosfina e o tempo de exposição das pragas ao gás. A recomendação de eficácia da técnica é manter o mínimo de 400 ppm de fosfina por um período mínimo de 120 horas para eliminar ovos, larvas, pupas e adultos das diferentes espécies de pragas de grãos armazenados.

Estes cuidados são basicamente referentes a vedação de todo ambiente a ser expurgado, com lona específica e em boas condições de uso, colocação adequada da mesma sobre a massa de grãos, vedação dos locais na estrutura como as chapas metálicas, parafusos, tubulações, sistema de aeração, entre outros, pois a manutenção da concentração pelo tempo mínimo necessário, é diretamente dependente desta vedação.

O controle de insetos-praga em estruturas armazenadoras exige uma análise criteriosa do ambiente físico e das condições de higienização das estruturas, visando prevenir a infestação das pragas nos produtos armazenados.

## REFERENCIAS

BERNARDES, I. C.; GARDIN, O.; LORINI, I. Expurgo comparativo em silo metálico e armazém graneleiro com uso da recirculação do gás fosfina. **Paraná Cooperativo Técnico e Científico: SistemaOcepar**, Curitiba, PR, v. 13, n. 17, p. 80-91, 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**, safra 2019/20 sexto levantamento. Março/2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> > Acesso em: 17 mar 2020.

DAGLISH, G.J.; COLLINS, P.J.; PAVIC, H., KOPITTKKE, R. Effects of time and concentration on mortality of phosphine-resistant *Sitophilus oryzae* (L) fumigated with phosphine. **Pest Management Science**, v.58, p.1015-1021, 2002.

LORINI, I. Insetos que atacam grãos de soja armazenados. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF, 2012. Embrapa. p. 421-444.

LORINI, I.; COLLINS, P. J.; DAGLISH, G. J.; NAYAK, M. K.; PAVIC, H. Detection and characterisation of strong resistance to phosphine in Brazilian *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). **Pest Management Science**, v. 63, p. 358-364, 2007.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Expurgo da semente de soja com fosfina e seu efeito na qualidade fisiológica – Série Sementes.** Londrina: Embrapa Soja, 2013. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 97).

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Monitoramento da liberação do gás PH<sub>3</sub> por pastilhas de fosfina usadas para expurgo de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, PR, v. 21, n. 3, p. 57-60, 2011.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. 81 p.

LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D'A. **Armazenagem de Grãos.** Instituto Biogeneziz-IBG, Jundiaí, SP, 2018. 1011 p.

PILAR, F. R.; LORINI, I. Expurgo comparativo em silos metálicos com e sem vedação interna das chapas, e a recirculação de fosfina. **Paraná Cooperativo Técnico e Científico: SistemaOcepar**, Curitiba, PR, v. 11, n. 128, ed. esp. 11, p. 27-36, 2015.