

# Expurgo comparativo em silos metálicos com e sem vedação interna das chapas, e a recirculação de fosfina (PH<sub>3</sub>)<sup>1</sup>

● FLAVIO RAMOS PILAR<sup>2</sup>

● IRINEU LORINI<sup>3</sup>

## Resumo

O expurgo ou a fumigação é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em grãos e sementes armazenadas. O inseticida indicado para expurgo de grãos, pela eficácia, facilidade de uso, segurança de aplicação e versatilidade é o gás fosfina. O objetivo deste trabalho foi de avaliar comparativamente, o expurgo em silos metálicos com e sem vedação interna da chapa, e também o uso da técnica de recirculação de fosfina, que visa uniformizar a distribuição do gás durante o expurgo. Foram realizados 4 expurgos em dois silos distintos, um vedado pela aplicação de um selante (*store seal*) na parte interna, entre as emendas das chapas, promovendo uma maior hermeticidade, outro silo não vedado. Os dois primeiros expurgos foram feitos sem recirculação da fosfina durante o expurgo e os dois últimos com o sistema operando contínuo durante os dez dias. A medição da concentração foi realizada com equi-

pamento SILOCHEK conectado às mangueiras de sucção inseridas na massa de grãos dos silos. Os resultados mostraram que houve liberação da fosfina durante os expurgos, mas que a maior parte vazou nos primeiros dias, comprometendo a eficiência do mesmo. A recirculação manteve uma maior uniformidade do gás durante o expurgo e o silo vedado apresentou maior concentração da fosfina, porém todos com vazamentos. Estes vazamentos resultaram em expurgos não eficientes da massa de grãos de milho, pois não foi possível manter a concentração de 400 ppm por 120 horas.

Cooperativa  
Coamo Agroindustrial Cooperativa

Curso  
Pós-graduação em Pós Colheita  
de Grãos na Segurança Alimentar  
UNIFIL - SESCOOP/PR

**Palavras-chave:** recirculação de fosfina; distribuição de gás; silo metálico vedado; expurgo.

<sup>1</sup> Artigo apresentado e publicado em: VI Conferência Brasileira de Pós-colheita, 2014, Maringá, PR. Anais da VI Conferência Brasileira de Pós-colheita. Londrina, PR : ABRAPÓS, 2014. v. 1. p. 486-494.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Curso de Pós-graduação em Proteção de Plantas. Coamo Agroindustrial Cooperativa Ltda., Rua Fioravante João Ferri nº 99, Jardim Alvorada. CEP 87.340-445, Campo Mourão, PR. E-mail: fpilar@coamo.com.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Manejo Integrado de Pragas de Grãos Armazenados. (Integrated Pest Management on Stored Grain) na Universidade de Londres. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja). Rodovia Carlos João Strass s/n - Distrito de Warta, Caixa Postal 231. CEP 86001-970, Londrina, PR. E-mail: irineu.lorini@embrapa.br

---

# Comparative fumigation of metallic silos with and without internal sealing of plates and the recirculation of phosphine (PH<sub>3</sub>)<sup>1</sup>

● FLAVIO RAMOS PILAR

● IRINEU LORINI

## Abstract

The fumigation is a method to control all insect pests of stored grain and seeds. Phosphine is the main gas used for stored grain and seeds fumigation worldwide. The aim of this work was to compare the fumigation with phosphine in metal silos sealed and not proper sealed and also with gas recirculation. The gas recirculation aimed to have better distribution of phosphine in the silo. Four fumigation at two distinct silos were performed. The first silo became sealed inside with store seal material and the second silo was sealed as done by the silo manufacture. The first two fumigation were done without gas recirculation, one each silo type, sealed and not sealed, and the other two fumigation using gas recirculation continued for ten days. The gas concentration was measured at each fumigation with SILOCHEK equipment connected inside the silo by plastic hose. The re-

sults showed that phosphine gas was released inside the wheat silo but because the leakage at both type of silos the concentration was very low and the fumigation failed. When the gas recirculation was performed during fumigation a better phosphine distribution was gained but that did not avoid the low gas concentration. Those leakages resulted at not efficient fumigation because the phosphine concentration was below the recommended 400 ppm for 120 hours.

Cooperative  
Coamo Agroindustrial Cooperativa

Course  
Postgraduate Course in  
Postharvest of Grains in Food Security  
UNIFIL - SESCOOP/PR

**Keywords:** *phosphine recirculation; gas distribution; sealed silo; fumigation.*

## 1. Introdução

As pragas de produtos armazenados são consideradas severas porque atacam diretamente o grão produzido, com prejuízo imediato. Possuem preferência alimentar variável se adaptando às diversas espécies vegetais e são responsáveis por perdas em grãos e produtos industrializados destinados ao armazenamento, comercialização e consumo (LORINI, 2008).

O conhecimento do hábito alimentar de cada praga é um elemento importante para definir o manejo a ser implementado nos grãos e sementes durante o período de armazenamento. Segundo esse hábito, as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias. As primárias são aquelas que atacam sementes e grãos inteiros e sadios e, dependendo da parte que atacam, podem ser denominadas de primárias internas ou externas. As internas perfuram os grãos ou sementes e nestes penetram para completar seu desenvolvimento. Alimentam-se de todo o tecido de reserva dos grãos ou semente e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração. Já as secundárias dependem de grãos ou sementes já danificados ou quebrados para se alimentar, pois não conseguem atacá-los quando intactos. Ocorrem nos grãos e sementes trincadas, quebradas ou mesmo danificadas por pragas primárias e, geralmente, infes-

tam desde o período de recebimento ao de beneficiamento do produto (LORINI, 2008).

O expurgo ou a fumigação é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em grãos e sementes armazenadas (LORINI, 2008). O expurgo é a operação que visa à eliminação dos insetos que se encontram nos produtos armazenados em suas diversas fases de desenvolvimento, procurando atingir uma eficiência de 100% no controle (REZENDE, 2011).

O inseticida indicado para expurgo de grãos, pela eficácia, facilidade de uso, segurança de aplicação e versatilidade é o gás fosfina. Para que o expurgo seja eficiente, ou seja, para que os insetos sejam eliminados, independentemente da fase do ciclo de vida, a concentração de fosfina deve ser mantida, no mínimo, em 400 ppm por pelo menos 120 horas de exposição (DAGLISH et al, 2002; LORINI et al, 2011) e a distribuição do gás no interior do silo deve ser uniforme para evitar resistência (LORINI et al, 2007). Krzyzanowski et al (2010) em expurgo de sementes de soja, verificaram que a fosfina não afeta a qualidade fisiológica da semente e que a eficácia do expurgo foi devido à manutenção da concentração do gás acima de 400 ppm durante as 168 horas de exposição das sementes.

A recirculação de fosfina durante o expurgo foi usada com sucesso em silos de alvenaria, onde se propiciou a eliminação de todas as pragas, nas

suas diferentes formas do ciclo de vida, uniformidade de distribuição do gás em todos os pontos da massa de grãos de trigo e economicidade do tratamento (SILVA et al, 2010). Porém, em silos metálicos que são amplamente utilizados para armazenamento de grãos, um dos problemas encontrados é a falta de hermeticidade, devido aos vazamentos nas chapas e na estrutura de base.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente, o expurgo em silos metálicos com e sem vedação interna da chaparia, e também o uso da técnica de recirculação de fosfina, que visa uniformizar a distribuição do gás durante o expurgo.

## 2. Materiais e métodos

O experimento foi realizado em dois silos metálicos, de 3.000 t de capacidade cada, contendo 2.800 t (3.733 m<sup>3</sup>) de milho, pertencentes à Coamo Agroindustrial Cooperativa Ltda, unidade de Manoel Ribas, situada na região Centro Norte do Estado do Paraná.

Um destes silos foi anteriormente vedado pela aplicação de um selante (*store seal*) na parte interna, entre as emendas das chapas, com objetivo de fazer a vedação, promovendo assim uma maior hermeticidade ao silo e este foi denominado de silo metálico vedado. O outro silo usado no experimento é semelhante, porém sem nenhuma veda-

ção extra nas emendas das chapas, apenas o que foi realizado pelo fabricante do silo na montagem, este denominado de silo metálico não vedado.

Com auxílio de uma sonda pneumática realizou-se a inserção das mangueiras de PVC no interior da massa de grãos, junto ao cabo central de termometria, em três profundidades da massa de grãos, 1,0; 6,0 e 11,5 m, acopladas a um cabo de aço. As mangueiras de PVC serviram para monitorar a concentração do gás fosfina na massa de grãos, pela coleta de amostras em tempos determinados do expurgo.

Foram realizados 4 expurgos, dois em cada silo. Os dois primeiros expurgos, um em cada silo, foram realizados sem o acionamento do sistema de recirculação de fosfina e os dois últimos com o sistema de recirculação de fosfina ligado durante as 24 horas nos dez dias do expurgo. A medição da concentração foi realizada com auxílio do equipamento SILOCHEK de fabricação australiana (Canary Co), que apresenta a concentração de fosfina de forma direta para leitura ao se conectar as mangueiras de sucção inseridas nos silos. Estas medições foram realizadas as 8, 11 e 17 horas, todos os dias do expurgo.

Em todos os expurgos foi usada a dosagem de 6 g/m<sup>3</sup> (aproximadamente 9g/t de milho) de pastilhas comerciais contendo fosfina. As pastilhas de fosfina foram aplicadas na superfície da camada

de grãos, em uma profundidade de 20 cm, inseridas na massa de grãos.

Para os dois últimos expurgos, um sistema de recirculação de fosfina no interior do silo foi instalado previamente. Para este sistema foram usados canos de PVC de 50 mm de diâmetro, instalados na parte superior interna do silo, com conexão externa a um equipamento tipo calador pneumático, adaptado para fazer a sucção do gás de fosfina da superfície interna do silo, sob a lona, através de um cano de PVC com 9 metros de comprimento, perfurado na parte inferior, com vários furos de 6 mm de diâmetro. Posterior ao recirculador, o cano foi conectado na base ao ducto do sistema de aeração. Este sistema de recirculação funcionou sem a admissão de ar externo, em circuito fechado, movimentando a fosfina da parte superior, onde estava sendo liberada, para a parte inferior do silo no sistema de aeração instalado.

Os resultados foram analisados e apresentados graficamente, permitindo as comparações entre os silos e a recirculação da fosfina liberada.

### 3. Resultados e discussão

Foi possível medir as concentrações de gás no interior da massa de grãos de ambos os silos durante os quatro expurgos.

O primeiro expurgo no silo vedado sem sistema de recirculação operando, mostrou-se desuniforme na distribuição do gás no interior da massa de grãos, com maior concentração do gás liberado entre as 30 e 78 horas após a liberação das pastilhas na massa de grãos (Figura 1). Neste intervalo de tempo a concentração foi superior a 400 ppm em grande parte do tempo, porém esta não foi suficiente nem em concentração, nem em tempo de manutenção na concentração letal para todas as fases de vida da praga, resultando em um expurgo ineficiente.

No segundo expurgo no silo não vedado e sem sistema de recirculação operando, a concentração da fosfina foi muito baixa, chegando no máximo ao redor de 100 ppm em um momento apenas (Figura 2). Isto demonstrou ineficiência total do expurgo e também o vazamento de todo gás liberado no interior do silo. Buscando as causas desta alta perda de gás, foi verificado que a lona utilizada no expurgo estava com muitos microfuros, quase imperceptíveis, mas que geraram todo este vazamento.

No terceiro expurgo realizado no silo vedado e com sistema de recirculação operando 24 horas por dia durante os dez dias do expurgo, houve uma melhor distribuição da fosfina no silo e com manutenção da concentração acima de 400 ppm por mais tempo no expurgo (Figura 3). Mesmo nesta situação, o ideal de 400 ppm de concentração de fosfina por 120 horas contínua, não foi conseguido,

pois houve vazamento de gás no silo. A recirculação da fosfina permitiu uniformizar a distribuição do gás no silo, porém não suficiente para a eficácia do processo.

No quarto expurgo realizado no silo sem vedação e com o sistema de recirculação operando durante os dez dias de expurgo, a concentração

do gás foi baixa, tendo apenas alguns momentos onde esta foi superior aos 400 ppm determinados como mínimo de eficiência técnica (Figura 4). Como a lona superior foi substituída, houve uma melhora na distribuição e manutenção da fosfina no silo durante o expurgo, embora insuficiente para se ter um expurgo eficaz.

Figura 1. Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) durante o expurgo em diferentes profundidades no centro do silo metálico vedado, com a distribuição das pastilhas na superfície da massa de grãos, sem sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas, PR, 2014.

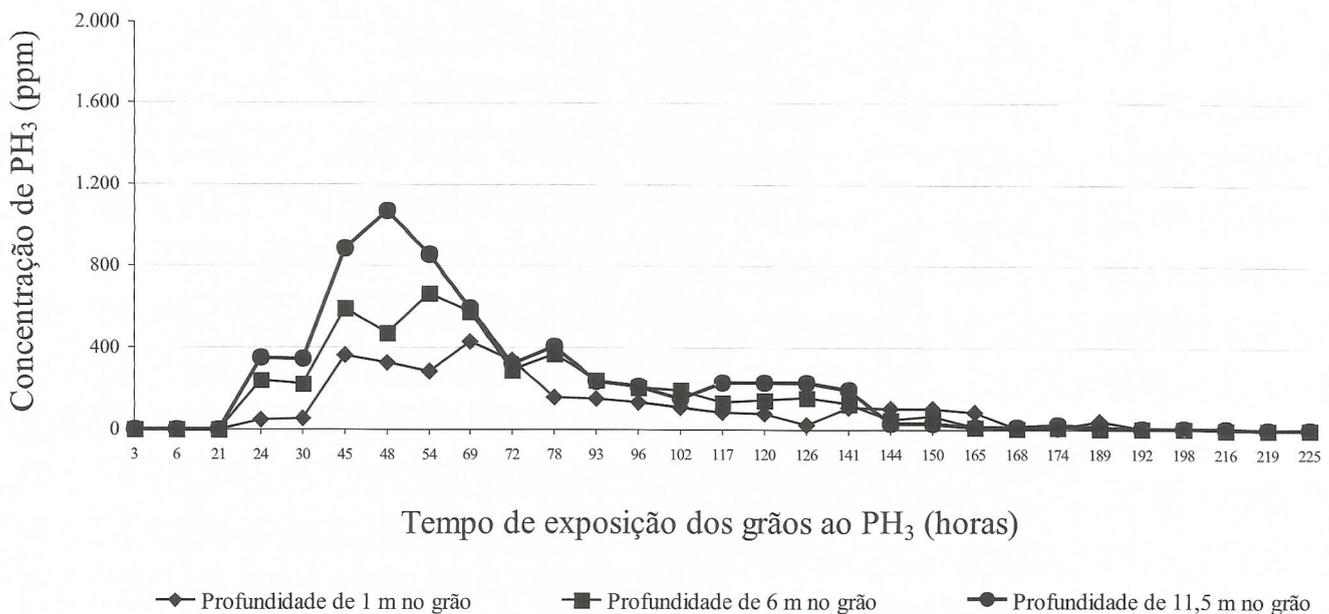


Figura 2. Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) durante o expurgo em diferentes profundidades no centro do silo metálico não vedado, com a distribuição das pastilhas na superfície da massa de grãos, sem sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas, PR, 2014.

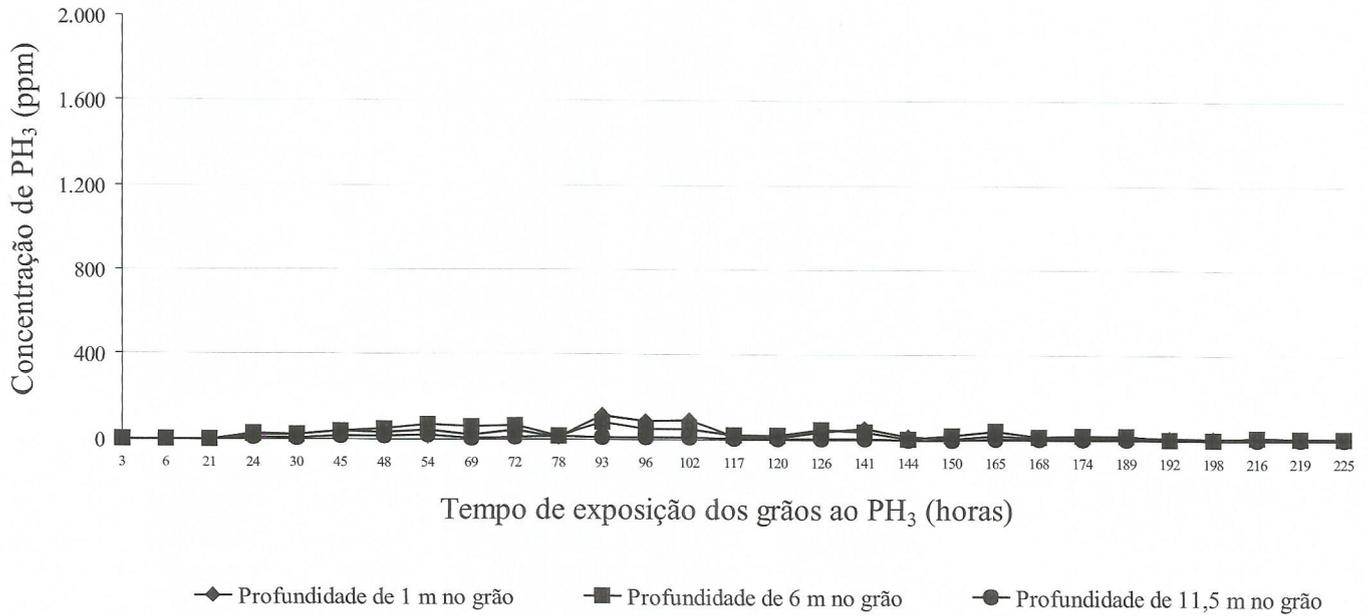


Figura 3. Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) durante o expurgo em diferentes profundidades no centro do silo metálico vedado, com a distribuição das pastilhas na superfície da massa de grãos, com sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas, PR, 2014.

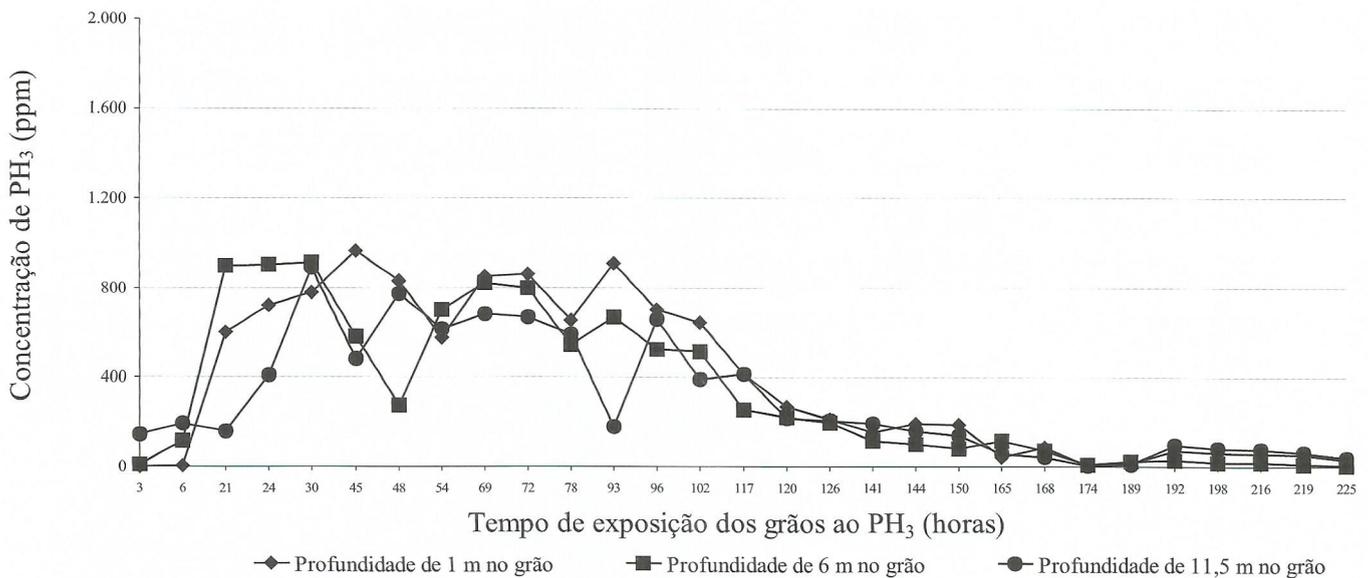
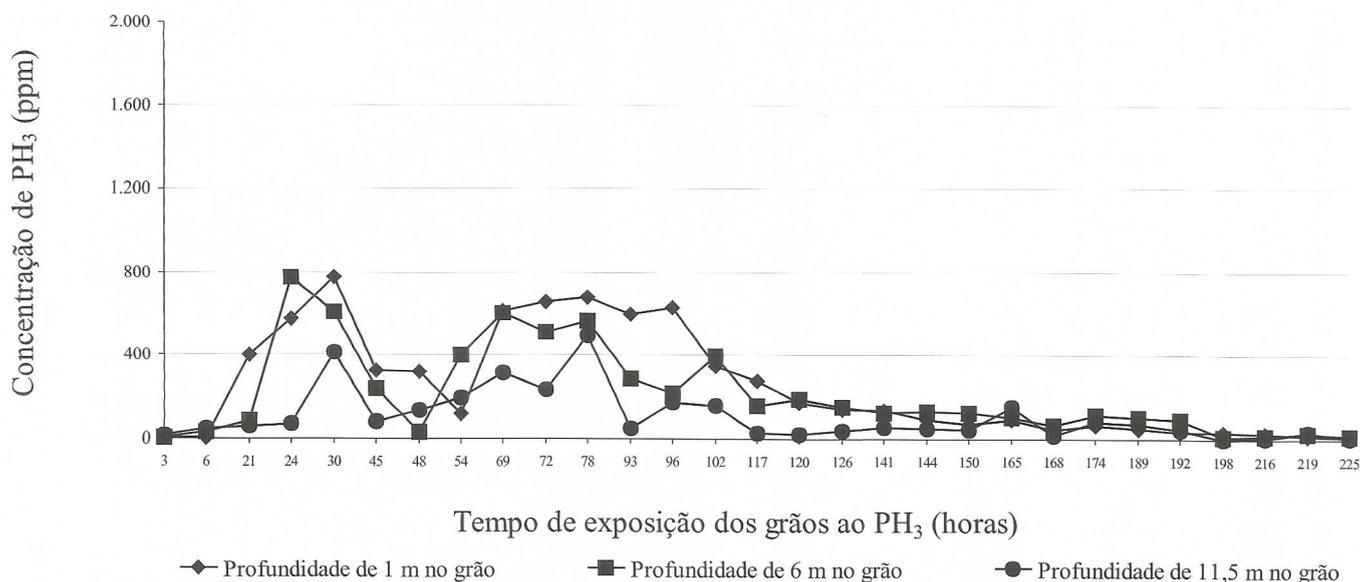


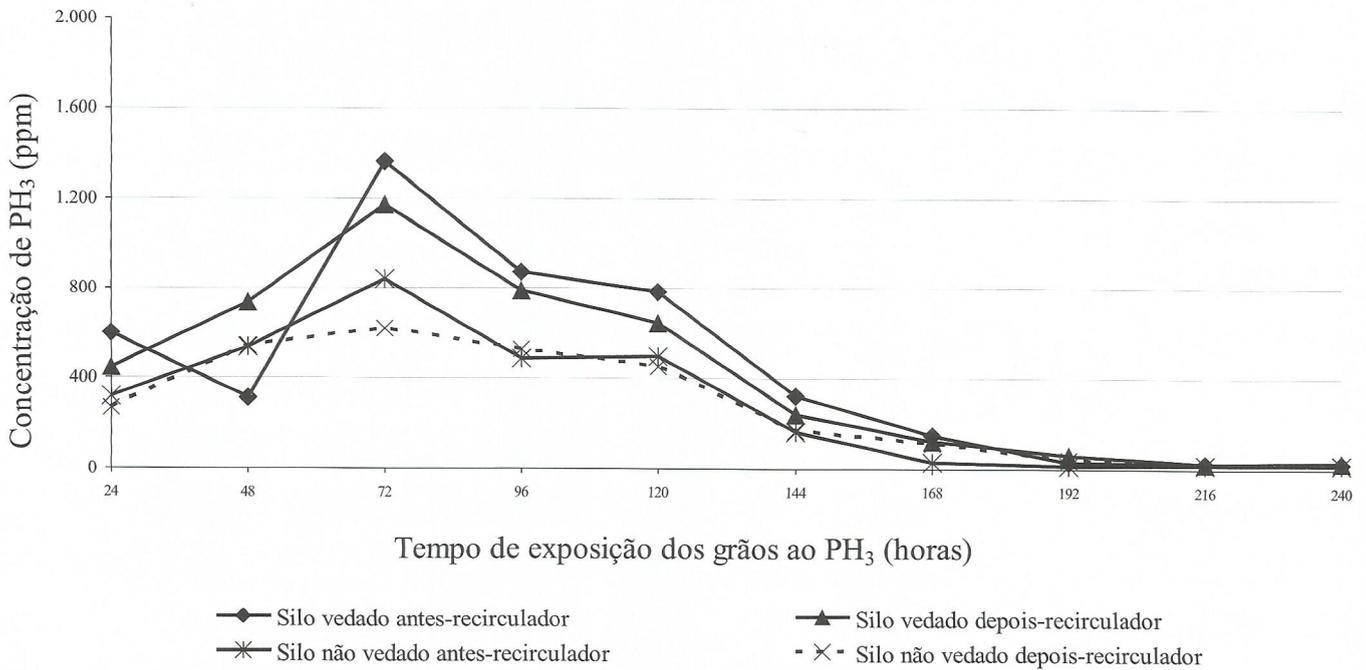
Figura 4. Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) durante o expurgo em diferentes profundidades no centro do silo metálico não vedado, com a distribuição das pastilhas na superfície da massa de grãos, com sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas, PR, 2014.



Visando avaliar a concentração de fosfina que passava pelo equipamento recirculador, usados no terceiro e quarto expurgos, foram feitas medições da concentração de fosfina na entrada e saída do recirculador, a cada 24 horas de intervalo. Os resultados mostraram que a concentração se manteve elevada, superior a 400 ppm de fosfina, desde o início até as 120 horas do expurgo, reduzindo

para baixo deste patamar a partir das 144 horas de avaliação (Figura 5). Em ambos os silos, vedado e não vedado, houve liberação de fosfina, que passou pelo recirculador em quantidade satisfatória inicialmente, mostrando a eficiência do equipamento em movimentar a fosfina, sem perdas no mesmo. Nos dois equipamentos as medições foram semelhantes.

Figura 5. Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) durante o expurgo na entrada e saída do gás do recirculador de fosfina, com a distribuição das pastilhas na superfície da massa de grãos, com sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas, PR, 2014.



#### 4. Considerações

Os resultados deste trabalho demonstram a grande importância de medir a concentração de fosfina durante os expurgos de grãos. Esta permite avaliar se o expurgo foi eficiente no controle das pragas pelo atingimento da concentração mínima de 400 ppm pelo período de 120 horas, referência técnica de eficácia no controle das pragas (LORINI et al, 2011).

Também ficou demonstrado o vazamento de fosfina durante os expurgos em ambos silos me-

tálicos, sendo mais significativo no silo sem vedação das chapas metálicas. Estes vazamentos resultaram em expurgos não eficientes da massa de grãos de milho, pois não foi possível manter a concentração de 400 ppm por 120 horas.

#### Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio na realização deste trabalho a todos os colaboradores da Unidade de Manoel Ribas, pertencente à Coamo Agroindustrial Cooperativa Ltda, que não mediram esforços durante a execução do experimento.

## Referências

DAGLISH, G.J.; COLLINS, P.J.; PAVIC, H; KO-PITKE, 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.

KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A. Efeito do expurgo com fosfina na qualidade fisiológica da semente de soja. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 5., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: ABRAPOS, 2010. p. 159-161. il. Organizado por Irineu Lorini, Maria Cristina Zborowski de Paula, Adriano Divino Lima Afonso.

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. **Principais pragas e mé-**

**todos de controle em sementes durante o armazenamento** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 73).

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72p.

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 Abra-tes**, Londrina, PR, v. 21, n. 3, p. 57-60, 2011.

REZENDE, Arnaldo Cavalcanti. Conservação de produtos armazenados: diferentes tipos de fumigação. **Grãos Brasil**, Maringá, n. 48, p. 09, mai./jun. 2011.

SILVA, A. M.; ARMANI, A.; FINKLER, V. V.; BIRCK, N. M. M.; LORINI, I. Recirculação de fosfina em silos de alvenaria para eficácia do expurgo. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 05., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAPOS, 2010. p. 563-567.