

Quantificação de aerodispersóides em unidade secadora e armazenadora de arroz

Quantification of aerodispersoids in rice dryer and storage unit

Nander Ferraz Hornke¹, Marcos Vinícius Henriques dos Santos², Danilo Franchini³, Gizele Ingrid Gadotti⁴

Resumo

As operações agroindustriais em unidades de secagem e armazenamento de produtos agroindustriais geram quantidades significativas de poeira, podendo causar doenças pela sua inalação de acordo com o tamanho da partícula. O objetivo desse trabalho foi desenvolver uma bomba à vácuo para coleta de aerodispersóides com diâmetro inferior a 10 micrômetros, em locais específicos de descarga de grãos de arroz de um silo e comparar com o Limite de Tolerância e Concentração Média Ponderada das Partículas Insolúveis Não Classificadas de Outra Maneira (PNOS). O equipamento de amostragem foi confeccionado no Laboratório de Pós-colheita do CEng-UFPEL. O experimento foi conduzido em uma empresa de secagem e armazenamento de arroz em Pelotas-RS. Para a coleta de material particulado total, utilizou-se porta filtro de três peças com 37 mm de diâmetro, com face fechada e orifício para a entrada do ar de 4 mm de diâmetro. Para a obtenção das amostras, selecionou-se 3 pontos, com três amostras em cada ponto, utilizando vazão de 2 L.min⁻¹ durante 6 horas. Realizou-se a pesagem do filtro antes e depois de ser realizada a coleta da poeira suspensa no ar. Verificou-se a concentração média de poeira respirável no ponto 1, 2 e 3 foram de 1,528 mg.m⁻³, 0,833 mg.m⁻³ e 0,833 mg.m⁻³ respectivamente. Percebe-se que os valores médios de concentração de poeira estão abaixo dos limites estabelecidos pela ACGIH® TLV-TWA®, que considera 8,8 mg.m⁻³ para partículas inaláveis e 2,64 mg.m⁻³ para partículas respiráveis. Após as análises conclui-se que a bomba de vácuo adaptada para coleta aerodispersóides foi capaz de realizar tal coleta de amostras de forma eficiente.

Palavras chave: *Oryza sativa*, poeira, segurança no trabalho.

Abstract

Agroindustrial operations in drying and storage units of agroindustrial products generate significant amounts of dust and can cause diseases by their inhalation according to the particle size. The goal of this study is to set up a vacuum pump for the collection of aerodispersoids with a diameter of less than 10 micrometers at

¹Mestrando em Ciência e Tecnologia de Sementes pela UFPEL

²Graduando em Engenharia Agrícola pela UFPEL

³Engenheiro Agrícola pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

⁴Docente do Centro de Engenharias da UFPEL

specific discharge grains rice from silo and compare with the Tolerance Limit and Weighted Average Concentration of Otherly Classified Particles. The sampling equipment was made at the Post-Harvest Laboratory of CEng-UFPel. The experiment was conducted at a rice drying and storage company in Pelotas, RS. For the collection of total particulate material, a three-piece filter holder with a diameter of 37 mm was used, with a closed face and a hole for air intake of 4 mm in diameter. To obtain the samples, 3 points were selected, with three samples at each point, using a flow rate of 2 L.min⁻¹ for 6 hours. The filter was weighed before and after collecting dust suspended in the air. The average concentration of respirable dust at points 1, 2 and 3 it was 1.528 mg.m⁻³, 0.833 mg.m⁻³ and 0.833 mg.m⁻³, respectively. Found that the mean values of dust concentration are below the values described by NR 15, which considers 8.8 mg.m⁻³ as the tolerance limit for any type of aerodispersoids in an exposure of 8 hours for day. After the analysis, it was concluded that the vacuum pump adapted for the collection of aerodispersoids was capable of performing such sample collection efficiently.

Keywords: *Oryza sativa, dust, safety at work.*

1 Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) juntamente com o trigo e leguminosas é responsável pela base alimentar diversos contingentes e é uma parte importante da dieta brasileira. Na safra 2016/2017, a produção brasileira deve chegar a 12.326 mil toneladas, aumento de 16,3% em relação à safra anterior (CONAB, 2017).

De acordo com Houston (1972), a casca de arroz é constituída de quatro camadas fibrosas, esponjosas ou celulares, que são altamente silicosas. Acredita-se que a sílica da casca de arroz exista na forma opalina (a opala é uma fase hidro-amorfa da sílica). Aparentemente, a sílica é transportada a partir do solo pela planta como ácido monossilício, o qual se concentra na casca e no caule da planta por evaporação da água e, finalmente, se polimeriza para formar a membrana sílico-celulósica.

A silicose é uma doença pulmonar causada pela inalação de sílica. Os trabalhos com poeira contendo sílica podem, também, aumentar o número de casos de bronquite e tuberculose. Ela é uma doença incurável causada pelo acúmulo de poeira contendo sílica nos pulmões e a consequente reação dos tecidos

pulmonares. Leva ao endurecimento dos pulmões e dificulta a respiração, podendo levar à morte (NETO, 2010).

Para implementar o Programa de Proteção Respiratória com maior segurança, é necessário realizar algumas etapas como, seleção dos respiradores adequados para determinada operação, avaliação das condições médicas do usuário, ensaios de vedação dos equipamentos e manutenção dos respiradores. Isso inclui descarte de material, limpeza, monitoramento de uso - com a finalidade de saber se os equipamentos estão sendo usados corretamente e monitoramento de risco - para ter o controle que a situação continua estável para aquele tipo de equipamento, entre outras etapas caso seja necessário (TORLONI, 2016).

Franchini; Souza; Gadotti (2015) avaliaram a eficácia de protetores auditivos, mas não são encontrados estudos com relação a respiradores utilizados em unidades que lidem com grãos ou sementes.

De acordo com a nona Norma Regulamentadora, intitulada: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), no item 9.1.1, há obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüentemente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. Já no item 9.3.5.1 (c), salienta que na ausência de limites de tolerância nacionais devem ser adotados limites de tolerância estabelecidos pela *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) (BRASIL, 2009).

A proteção respiratória é uma das medidas universais de segurança e visa formar uma barreira de proteção ao trabalhador, a fim de reduzir a exposição da pele e das membranas mucosas à agentes de risco de quaisquer naturezas. É, portanto, um equipamento de proteção individual e deve, obrigatoriamente, ser fabricado conforme a norma técnica (PAIVA, 2015).

O tamanho da partícula inalada é o fator que determina o local de deposição no organismo e o potencial de risco da exposição, uma vez que nem toda partícula consegue entrar no trato respiratório, e dentre as que penetram nem todas chegam ao pulmão (MEIGIKOS, 2001). A partícula dos grãos tem tamanho variado de espécie para espécie, por conta disso é necessário um conhecimento maior sobre o tipo de grão na qual se está trabalhando.

O tamanho da partícula inalada é o fator que determina o local de deposição no organismo e o potencial de risco da exposição, uma vez que nem toda partícula consegue entrar no trato respiratório, e dentre as que penetram nem todas chegam ao pulmão (MEIGIKOS, 2001). A partícula dos grãos tem tamanho variado de espécie para espécie, por conta disso é necessário um conhecimento maior sobre o tipo de grão na qual se está trabalhando.

Para tanto, o objetivo desse trabalho foi desenvolver uma bomba de vácuo para coleta de aerodispersóides com diâmetro inferior a 10 micrômetros, em locais específicos de descarga de grãos de arroz do silo e comparar com o limite de tolerância *Threshold Limit Value* (TLVs[®]) - Limite de Tolerância, *Time Weight Average* (TWA) - concentração média ponderada para Partículas Insolúveis Não Classificadas de Outra Maneira (PNOS) estabelecidos pela *American of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH[®]).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A bomba de amostragem individual foi confeccionada no Laboratório de Pós-colheita do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas. O experimento foi conduzido em empresa cerealista na cidade de Pelotas-RS, afastado de residências, rodovias, empresas e indústrias, e as análises das amostras foram realizadas no laboratório supracitado.

A bomba de amostragem individual foi confeccionada baseada na Norma de Higiene Ocupacional 08. Para isso, se fez necessário uma adaptação da norma, ou seja, ao invés de utilizar uma bomba de vácuo pequena acoplada a um funcionário, foi utilizado um equipamento de vácuo ligado a um cano de PVC e uma cruzeta com

3 saídas, afim de coletar três amostras simultaneamente. Além disso, para a regulação de vazão foram colocadas válvulas de controle de vazão de ar próximo às saídas e fluxômetros próximo ao filtro. A altura do filtro de coleta foi regulada a 1,2 m de altura do piso, de forma a simular a altura próxima ao peito de uma pessoa de estatura baixa. Outro fato é que o suporte do filtro foi colocado na posição para baixo com o intuito de simular a posição do nariz do trabalhador.

Para a coleta de material particulado total, utilizou-se porta filtro de três peças, com face fechada e orifício para a entrada do ar de 4 mm de diâmetro. Realizou-se a pesagem do filtro antes e depois de ser realizada a coleta da poeira suspensa no ar. A determinação da massa da amostra retida no filtro foi determinada pela diferença do peso final, menos o peso inicial do filtro, uma vez que não é específico para nenhum contaminante.

Após análise do local onde é realizado a descarga, optou-se por realizar em 3 pontos amostrais, cada um com três amostras. Os filtros foram então pesados em uma balança analítica às 9 horas. Após colocados na bomba adaptada em funcionando com o filtro em laboratório, por 30 minutos para que pudesse estabilizar e após isso, pesado, obtendo-se o peso inicial do filtro seco.

As amostras foram coletadas nos meses de junho e julho de 2017, realizadas por 6 horas não contínuas das 10 h - 12 h e das 14 h - 18 h. Os filtros foram pesados e numerados P1, P2 e T1 para o ponto um sendo cada um dos três filtros espaçados de 1,0 m entre si para cobrir melhor o perímetro, o mesmo foi feito para os outros pontos. Para o ponto dois foi numerado os filtros como P3, P4 e T2 e para o ponto três P5, P6 e T3.

Posteriormente a realização das coletas das amostras, os cassetes foram encaminhados ao laboratório para a realização da pesagem final da amostra, de acordo com a equação 01.

$$m_a = m_f - m_i$$

(1)

Onde,

ma= Massa da amostra (mg)

mf= Massa final (mg)

mi= massa inicial (mg)

O volume de ar foi calculado para cada amostra de acordo com a equação 2.

$$V = Q \times t / 10$$

(2)

Onde,

V= volume de ar (m³)

Q= vazão média em (L.min⁻¹)

t= tempo total de coleta (min)

Foi calculado o volume de ar durante a amostragem de cada ponto com vazão constante de 2 L.min⁻¹. Após isso, calculou-se a concentração de cada amostra, através da equação 3.

$$C = ma / V \tag{3}$$

Onde,

C= Concentração de poeira no ambiente (mg.m⁻³)

ma= Massa da amostra (mg)

V= volume de ar (m³)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de se encontrar o volume, foi calculada a concentração das partículas de poeiras PNOS no ambiente de cada um dos pontos, utilizando a massa média de cada ponto em miligramas conforme tabela 1.

Tabela 1: Amostras de partícula total úmida, seca e com poeira nos pontos 1, 2 e 3.

Amostras	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	P1	P2	T1	P3	P4	T2	P5	P6	T3
Úmida	0,0436g	0,0451g	0,0436g	0,0445g	0,0440g	0,0426g	0,0422g	0,0422g	0,0416g
Seca	0,0428g	0,0430g	0,0430g	0,0438g	0,0436g	0,0426g	0,0421g	0,0415g	0,0416g
C/ poeira	0,0439g	0,0443g	0,0439g	0,0444g	0,0446g	0,0429g	0,0435g	0,0419g	0,0417g
Média da diferença	0,0011g			0,0006g			0,0006g		

De acordo com a equação 3, verificou-se a concentração média de poeira respirável no ponto 1 de 1,528 mg.m⁻³, no ponto 2 de 0,833 mg.m⁻³ e no ponto 3 de 0,833 mg.m⁻³.

Como o maior resultando encontrado foi 1,528 mg.m⁻³ para PNOS e os limites estabelecidos pela ACGIH[®] para exposição de 8 h⁻¹ de jornada diária de trabalho, tanto para partículas respiráveis como inaláveis são de 2,64 mg.m⁻³ e de 8,8 mg.m⁻³ respectivamente. Constata-se que não há risco com a partícula PNOS na operação de descarga de arroz de um silo. Porém, esse pode não ser o único tipo de partícula que há naquele ambiente, pois existem outras partículas maiores que também são malélicas ao organismo humano.

4 CONCLUSÃO

A quantidade de partículas proveniente de grãos de arroz na operação de descarga de um silo armazenador foi de 1,528 mg.m⁻³, estando de acordo com a ACGIH[®]. A bomba de vácuo adaptada para coleta de tal partícula foi capaz de realizar tal coleta e ser calibrada sendo uma forma eficiente de coleta de amostras de aerodispersóides.

5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Giovanni. **Normas Regulamentadoras Comentadas**. São Paulo: 3.^a ed. Atlas, 2002.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego: Manual de Segurança e Medicina do Trabalho**. 63^o Ed.. São Paulo: Atlas, 2009. 799p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.4 Safra 2016/17- Décimo primeiro levantamento, Brasília, p. 1-171 agosto 2017.

FRANCHINI, Danilo; SOUZA, Clarice; GADOTTI, Gizele. **Avaliação da eficácia do uso de duas metodologias de escolha de protetores auditivos em função da atenuação de ruído**. In: Semana integrada XVIII ENPOS UFPEL (evento de pós-graduação). Pelotas, 2015.

HOUSTON, D.F. **Rice, chemistry and technology. American Association of Cereal Chemical**. St. Paul. Minnesota, USA, 1972, p. 301-351.

MEIGIKOS, Alcinéa. **O tamanho das partículas de poeira suspensas no ar dos ambientes de trabalho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Minas Gerais. 2001. 96p.

MEIGIKOS, Alcinéa. **Norma de higiene ocupacional – NHO 03: Análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtros de membrana**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2002.

NETO, Francisto; et al.. **Sílica manual do trabalhador**. 2^o Ed, São Paulo: FUNDACENTRO, 2010.

PAIVA, Mauricio Ferraz de. Equipamentos de proteção respiratória devem cumprir a NBR 13698, 2015. Disponível em: <http://revistacipa.com.br/artigo-equipamentos-de-protecao-respiratoria-devem-cumprir-a-nbr-13698/>. Acesso em: 05 de agosto de 2017.

TORLONI, Mauricio; et al. **Programa de proteção respiratória, recomendações, seleção e uso de respiradores**. 4^o Ed, São Paulo: FUNDACENTRO, 2016.