

Termografia aplicada a análise preliminar de risco de soterramento durante o desmonte de pilhas de farelo de soja em um terminal Portuário

André Luiz Cardoso¹, Victor da Silva Rosa²

¹Terminal XXXIX de Santos, Avenida Mario Covas Junior, S/N, Santos -SP, Brasil

²Universidade Santa Cecília, Unisanta, Santos- SP, Brasil.

E-mail: vidanova.es@gmail.com

Resumo: A análise preliminar de risco da tarefa é fundamental na antecipação de acidentes durante o manuseio de produtos granulares coesivos em unidades de armazenamento. O objetivo do presente trabalho foi a aplicação do método termográfico na análise qualitativa de risco durante o desmonte de uma pilha de Farelo de Soja em um Terminal Portuário. A aplicação da termografia demonstrou-se eficaz e os resultados obtidos podem nortear o desenvolvimento de procedimentos de segurança e ser adicionado como medida adicional para antecipação de acidentes.

Palavras-chave: Análise preliminar de risco; Termografia; Farelo de Soja; Acidentes em silo; Acidentes em armazéns de grãos.

Thermography applied to preliminary burial risk analysis during the dismantling of soybean meal piles in a port terminal

Abstract: Preliminary task risk analysis is essential in anticipating accidents during handling of cohesive granular products in storage units. The objective of the present work was to apply the thermographic method in the qualitative risk analysis during the dismantling of a pile of Soybean Meal in a Port Terminal. The application of the thermography technique proved to be applicable and the results obtained can guide the development of safety procedures and be added as an additional measure to anticipate accidents.

Keywords: Preliminary risk analysis; Thermography; Soybean meal; Bins accidents; Accidents in grain warehouses.

Introdução

Segundo pesquisa realizada pelo IBGE [1], em 31 de dezembro de 2020 o estoque de produtos agrícolas no Brasil totalizou 28 milhões de toneladas, uma alta de 5,7% na comparação com 2019, indicando o forte potencial agrícola Nacional. A maior parte da armazenagem de grãos é feita em silos, que respondem por 49,5% seguido dos armazéns graneleiros por 37,5%. Concomitantemente, foram registrados acidentes em unidades de armazenamento de grãos [2], sobretudo em intervenções operacionais manuais para desobstrução forçada das vias de fluxo dos grãos armazenados em silos e armazéns de estocagem [3]. A termografia é uma técnica de inspeção não destrutiva e não invasiva que tem como base a detecção da radiação infravermelha emitida

naturalmente pelos corpos com intensidade proporcional à sua temperatura e a emissão térmica dos sólidos, e tem sido empregada em diversas áreas da Engenharia [4].

Objetivos

O presente trabalho visou a aplicação da técnica termográfica na análise qualitativa dos riscos inerentes ao manuseio dos grãos, em pilhas de farelo de soja, no interior de um terminal portuário.

Material e Métodos

As análises foram realizadas no Terminal XXXIX de Santos/ SP, que recebe materiais granulares pelos modais rodoviário e ferroviário e expede pelo modal aquaviário (Figuras 1).



Figura 1: Fluxograma simplificado da recepção de grãos do Terminal XXXIX de Santos. 1) armazém graneleiro; 2) correia transportadora de recepção; 3) elevador de caçambas; 4) moega de descarga de caminhões; 5) moega de descarga de vagões; 6) correia transportadora de expedição.

Os registros foram realizados durante a operação de expedição de farelo de soja do armazém para o navio.

A expedição de carga no interior do armazém é feita com o auxílio de máquinas pesadas (retroscavadeiras e pás carregadeiras) para a desestabilização, colapso e movimentação da pilha até os vazadores de embarque (bocais retangulares do tipo tremonha).

As imagens foram feitas com um termovisor da marca FLIR, modelo E40, com resolução de 160 x 120 pixels (Figura 2), posicionado perpendicularmente a 15 metros de distância da pilha em processo de desmonte. Com o intuito de melhorar a resolução das imagens foi adotado o melhor ajuste de foco. A determinação da emissividade foi de 0.9 e foi obtida pelo método da tira de emissividade conhecida ($e=1.0$).



Figura 2: Câmera termográfica; (a) utilizada, (b) ilustrativa.

Resultados e discussões

É mostrado a seguir a Figura 3, referente ao registro termográfico à 15 metros de distância do monte.

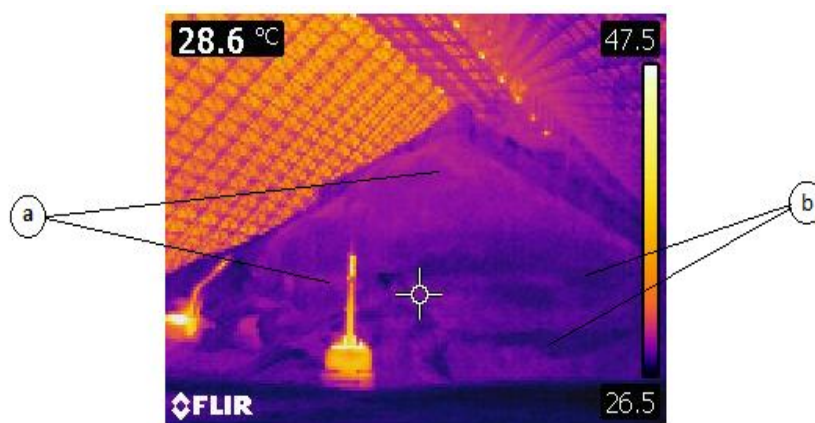


Figura 3: Registros à 15 metros da Pilha; (a) Farelo com 2 dias de armazenamento, (b) Farelo com mais de 10 dias de Armazenamento.

Observando a Figura 3, pode-se constatar camadas em diferentes estados de consolidação, em que os volumes destacados em tons de cores mais escuras correspondem aos grãos armazenados a mais de dez dias, e os de tom mais claro com menor tempo. É importante destacar a diferença de temperatura entre a base e a superfície da pilha. Essa diferença pode ser devido ao aumento da temperatura pela transferência de calor (por irradiação) com o meio ambiente, sobretudo entre as telhas metálicas da cobertura e a camada superficial do monte.

Destaca-se que a base inferior e intermediária da pilha apresentou redução da temperatura, que pode ter sido devido a troca térmica (por condução) entre o

piso e a base da pilha, o que indica que o estado de consolidação também é influenciado pela variação da temperatura [5].

A camada de grãos em contato com o solo pode sofrer variação no teor de umidade [6], promovendo o aumento das forças coesivas de consolidação dos grãos pelo tempo de estocagem e a redução na capacidade de fluidez [7]. Têm-se na Figura 4 as indicações das trajetórias dos fluxos dos grãos, evidenciadas durante a operação de desestabilização da base do monte de Farelo.

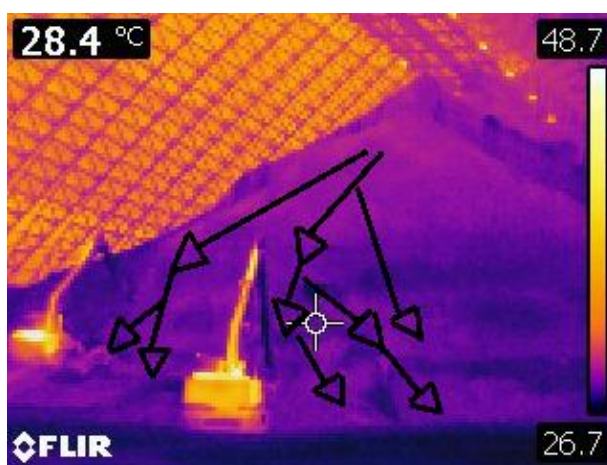


Figura 4: Trajetórias de fluxo dos grãos durante o desmonte da pilha.

Conforme os resultados observados na Figura 4 pode-se concluir que o material com menor tempo de estocagem e maior temperatura se sobrepõe ao de maior tempo de armazenagem e menor temperatura, gerando o risco de soterramento quando da avalanche do volume descendente.

As camadas de grãos mais soltos escoam por cima das camadas mais consolidadas, elevando o potencial de acidentes. É importante citar que os pontos de ação mecânica para a desestabilização da pilha são executados por máquinas ocupadas por operadores.

Destaca-se que, quanto maior for a diferença no estado de consolidação e altura da pilha em relação a máquina, maior será o risco de soterramento por avalanche do material despreendido no colapso da camada superior e superficial da pilha.

Conclusões

- a) A aplicação do método termográfico na análise qualitativa de risco durante o desmonte de pilhas de Farelo de Soja, demonstrou- ser eficaz e pode ser utilizado como ferramenta adicional à antecipação de acidentes;
- b) Os resultados obtidos através dos registros termográficos corroboram com o comportamento físico descritos na literatura técnica para os Farelos de Soja, e podem nortear o desenvolvimento de procedimentos para definição de critérios e métodos seguros, e o planejamento do posicionamento das máquinas e operadores para o desmonte de pilhas de grãos coesivos.

Referências

- [1] IBGE - <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/30918-capacidade-de-armazenagem-agricola-fica-em-176-3-milhoes-de-toneladas-no-2-semester-de-2020>. Acesso em 10 out. 2021.
- [2] G1- <https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2021/07/28/trabalhadores-sao-soterrados-em-silo-de-armazenamento-de-graos-em-floresta.ghtml>. Acesso em 07 out. 2021.
- [3] G1. “As silenciosas mortes de brasileiros soterrados em armazéns de grãos”, disponível em <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2018/08/28/as-silenciosas-mortes-de-brasileiros-soterrados-em-armazens-de-graos.ghtml>>. Acesso em 12 ago 2019.
- [4] Bauer.E.et.al. Condicionantes das medições termográficas para avaliação da temperatura em fachadas. ISSN 2238-0191.
- [5] Jenike, A. W. Storage and flow of silos. Salt Lake City: University of Utah, 1964. (Bulletin, 123).
- [6] Jenike, A.W. Powders and bulk solids. Salt Lake City: University of Utah, 1961. (Bulletin, 29).
- [7] Cardoso.A.L. et. Al. Características de escoabilidade do farelo de soja NGMO (não transgênico) em estado aerado e consolidado - Uma atividade experimental. ISSN: 2594-615.