

ANÁLISE TÉRMICA DE ESTRUTURA DE PROTEÇÃO PARA O ARMAZENAMENTO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS

**Arthur Santos Longati¹, Andreza Aparecida Longati², Eduardo Marques Braga
Ribeiro³, Jorge Nei Brito¹, José Antônio da Silva¹.**

¹Universidade Federal de São João Del Rei, Praça Frei Orlando, 170 – Centro - 36307-352, São João Del Rei, MG, Brasil, arthurlongati@gmail.com, britojne@ufsj.edu.br, jant@ufsj.edu.br.

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Engenharia Química, Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235 – 13565-905 - São Carlos - SP, Brasil, andrezalongati@gmail.com.

³Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Av. Brasil, 2023 - Funcionários, Belo Horizonte - MG, Brasil, eduardomarquesbraga@yahoo.com.br.

Resumo

No contexto atual de competitividade econômica das empresas, as instituições que melhor se posicionam em termos de soluções na manutenção e armazenamento dos ativos obtêm importantes vantagens comparativas. Assim, o estudo desenvolveu uma estrutura de proteção para o armazenamento das correias transportadoras, um importante ativo das empresas de mineração. O presente trabalho tem como objetivo realizar ensaios e avaliar a queda de temperatura nas correias com o sistema de armazenamento a fim de prolongar a vida útil das mesmas. Foram realizados ensaios com dois protótipos de correias transportadoras, os quais foram submetidos, simultaneamente, as intempéries naturais com e sem a proteção desenvolvida. Foi constatado uma considerável atenuação da temperatura, em torno de 54%. Além disso, verificou-se uma concordância entre os dados meteorológicos obtidos e os disponibilizados pelo INPE. Logo, o desenvolvimento de uma estrutura de proteção para as correias transportadoras se mostrou vantajoso. Levando a um aumento da vida útil quando comparadas aos ativos armazenados em pátios abertos.

Palavras-chave: Correias Transportadoras. Temperatura. Armazenamento. Vida Útil.

Área do Conhecimento: Engenharias - Engenharia Mecânica.

Introdução

Desde a Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são intensamente influenciadas pelo aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas tecnologias. Segundo Marson (2015), existe uma intensa busca por economia de recursos através de uma indústria eficiente e competitiva com produtos de qualidade para abastecer o mercado interno e poder competir no mercado externo. Para produzir bons produtos, tem-se a necessidade de fabricar bons equipamentos, que serão a base fundamental para uma produção de qualidade e que atenda às necessidades do mercado.

Portanto, a busca incessante por soluções que objetivam o crescimento saudável das companhias, isto é, desenvolvimentos de projetos e tecnologias que garantam a sustentabilidade do negócio são fundamentais. E é neste propósito que o projeto se insere, realizando um estudo aplicável a um dos importantes ativos das empresas do setor de mineração, a correia transportadora (ABNT 6177,1999).

Transportadores de correias são uma solução mundialmente utilizada no transporte de diversos tipos de materiais. Eles detêm uma posição dominante, em geral, devido às suas inúmeras vantagens como economia, segurança de operação, confiabilidade, versatilidade e enorme gama de aplicações. Dentre os equipamentos que compõem estes transportadores, tem-se como o equipamento de maior custo: a correia transportadora. Isto se dá não somente pelo custo inicial, principalmente pela sua manutenção, ou seja, o tempo de vida útil (tempo mínimo de troca) (VELOSO, 2014).

Dessa forma, atualmente, as empresas que utilizam dos transportadores de correias armazenam as correias transportadoras “reservas” em pátios abertos. Lugares onde as mesmas estão expostas as intempéries naturais. Ou seja, o produto novo sofre um desgaste antes mesmo do seu emprego final.

Logo, o presente trabalho propõe uma estrutura de proteção, composta por um revestimento de aço e um isolante térmico. Sistema no qual reveste a bobina de correia transportadora durante seu

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

armazenamento até o momento do uso. Sistema que objetiva aumento da vida útil, resultando em menores custos com reposições e manutenções de correias transportadoras. Por fim, esse presente trabalho objetiva validar o potencial de queda de temperatura do sistema de proteção.

Metodologia

Foram utilizados os seguintes materiais, instrumentos e equipamentos a fim de realizar os experimentos:

- 2 amostras de correias transportadoras para elaboração de protótipo em formato de bobina (Figura 1), conforme medidas.
 - Diâmetro externo de 592,0mm.
 - Largura de 525,0mm.
 - Espessura de, aproximadamente, 17,0mm.
- 24 parafusos ¼"x3" com porcas e arruelas, para fixação na elaboração dos protótipos.
- 1 estrutura de proteção para o protótipo (Figura 1), conforme medidas.
 - Altura de 500mm.
 - Largura de 500mm.
 - Comprimento de 850mm
 - Espessura de 30mm de camada preenchida com poliuretano expandido (isolante térmico).
 - Espessura de 2mm da chapa metálica.

Figura 1 - Esquema da realização de experimentos com os protótipos.



Fonte: os autores.

- 1 anemômetro digital Iminipa R a fim de medir a velocidade do vento.
- 1 solarímetro + voltímetro de bancada a fim de quantificar a radiação solar.
- 1 câmera termográfica Flir modelo T200 + software Flir Quick Report
- 1 termo-higrógrafo com objetivo de medir a umidade relativa e a temperatura ambiente.
- 1 Barômetro para medir a pressão ambiente

A metodologia utilizada no trabalho consistiu em experimentos nos quais os dois protótipos de correias transportadoras foram submetidos as intempéries em um pátio aberto simultaneamente. Assim como, geralmente, é feito nas empresas. Expostos a irradiação solar, umidade, calor e variação dos mesmos. Um protótipo foi submetido as intempéries naturais sem proteção alguma (protótipo 1) e o outro protótipo foi alocado dentro da proteção produzida (protótipo 2). Os experimentos foram feitos durante 7 dias. Se iniciavam às 8h e eram finalizados às 18h. Alguns testes foram paralisados, antes do momento, devido a pancadas de chuvas.

Foram realizadas medições de temperatura na área externa tanto do protótipo 1 (sem proteção) quanto do protótipo 2 (com proteção), além da área externa da proteção. Os intervalos entre as medições perfazem um período de tempo de 1 hora.

Através do solarímetro, foi realizado medições de irradiação solar em intervalos de 30 minutos e contrastou-se os valores obtidos com os dados fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). O solarímetro foi posicionado inclinado a 45° em relação ao solo das 8h às 11h e de 13h às 18h. Porém, das 11h às 13h era posicionado sem inclinação alguma.

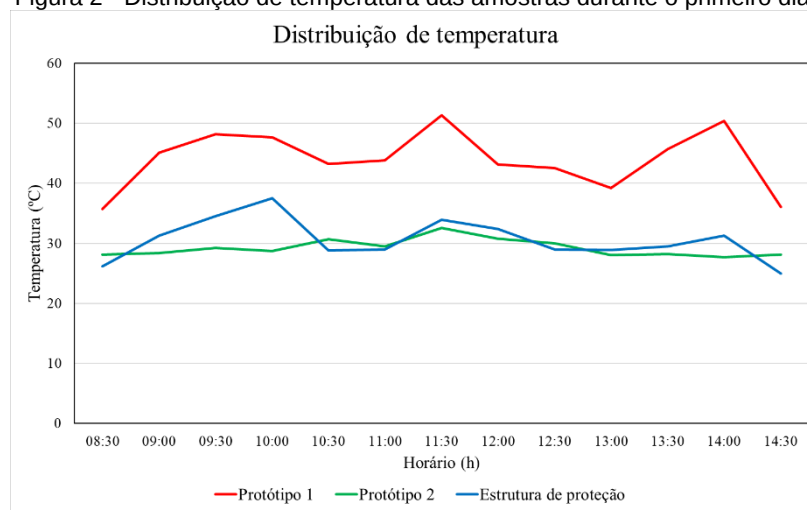
A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Por fim, os termogramas realizados foram analisados para medição de temperatura. Os dados adquiridos pelos experimentos foram tratados, através do Software Excel. Portanto, foi possível a realização de figuras e tabelas dos resultados.

Resultados

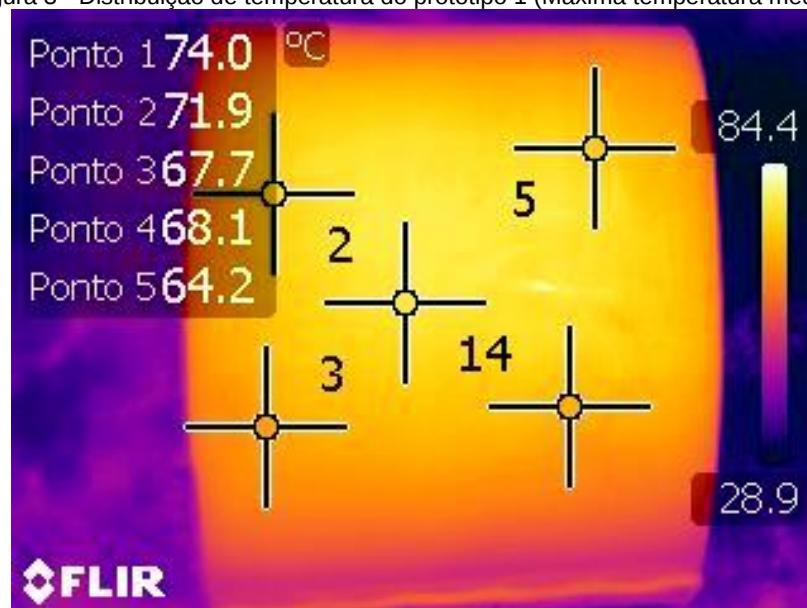
Através da metodologia descrita anteriormente, obteve-se os resultados descritos a seguir. Eles estão apresentados conforme os dias de coleta. Para comparar e melhor visualizar os resultados e, portanto, discuti-los, todos os resultados foram compilados em uma Tabela única (Tabela 1). Na Figura 2, tem-se a distribuição de temperatura nos protótipos e na estrutura de proteção durante o primeiro dia. Já na Figura 3, tem-se um termograma do protótipo 1, contendo a máxima temperatura verificada durante todos os dias de ensaio.

Figura 2 - Distribuição de temperatura das amostras durante o primeiro dia.



Fonte: os autores.

Figura 3 - Distribuição de temperatura do protótipo 1 (Máxima temperatura medida).



Fonte: os autores.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 1 - Dados experimentais compilados.

Dia de experimento	01	02	03	04
Parâmetros				
Tempo	Sol entre nuvens. Com pancada de chuva.	Sol intenso.	Sol intenso	Sol entre nuvens. Com pancada de chuva.
Temperatura ambiente	24,9°C	27,6°C	29,9°C	30,0°C
Pressão atmosférica	907,8hPa	904,1hPa	903,2hPa	903,1hPa
Umidade relativa	76,4%	63,0%	52,7%	52,0%
Velocidade do vento	1,4m/s	1,0m/s	1,6m/s	0,8m/s
Irradiação solar medida	388,4Wh/m ²	856,5Wh/m ²	834,9Wh/m ²	299,3Wh/m ²
Diferenças de irradiação solar	168,4Wh/m ²	316,6Wh/m ²	302,7Wh/m ²	161,1Wh/m ²
Irradiação solar (INMET)	326,2W h/m ²	614,8Wh/m ²	718,7Wh/m ²	373,7Wh/m ²
Temp. Máx. (Protótipo 1)	51,3°C	77,9°C	84,4°C	53,3°C
Temp. Média (Protótipo 1)	44,0°C	59,3°C	68,2°C	40,8°C
Diferenças de temperatura (Protótipo 1)	4,7°C	11,2°C	12,2°C	9,1°C
Temp. Máx. (Protótipo 2)	32,6°C	35,8°C	45,9°C	33,0°C
Temp. Média (Protótipo 2)	29,2°C	32,2°C	38,4°C	26,9°C
Diferenças de temperatura (Protótipo 2)	1,4°C	2,8°C	4,6°C	4,8°C
Temperatura Máxima (Estrutura de proteção)	33,9°C	46,1°C	54,5°C	39,0°C
Temperatura Média (Estrutura de proteção)	30,6°C	38,1°C	46,3°C	30,5°C
Diferenças de temperatura (Estrutura de proteção)	3,3°C	6,2°C	5,7°C	5,8°C

Fonte: Autor.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 1 - Dados experimentais compilados (Continuação).

Dia de experimento	05	06	07
Parâmetros			
Tempo	Sol intenso	Sol entre nuvens. Com pancada de chuva.	Sol entre nuvens. Com pancada de chuva
Temperatura ambiente	29,0°C	28,8°C	23,2°C
Pressão atmosférica	905,0hPa	904,9hPa	905,9hPa
Umidade relativa	60,3%	58,7%	83,9%
Velocidade do vento	1,2m/s	1,6m/s	0,7m/s
Irradiação solar medida	855,5Wh/m ²	843,3Wh/m ²	385,8Wh/m ²
Diferenças de irradiação solar	314,5Wh/m ²	208,5Wh/m ²	337,7Wh/m ²
Irradiação solar (INMET)	618,2Wh/m ²	730,6Wh/m ²	414,1Wh/m ²
Temp. Máx. (Protótipo 1)	75,3°C	75,1°C	52,8°C
Temp. Média (Protótipo 1)	64,2°C	59,1°C	39,6°C
Diferenças de temperatura (Protótipo 1)	8,7°C	13,6°C	10,0°C
Temp. Máx. (Protótipo 2)	37,7°C	38,7°C	32,2°C
Temp. Média (Protótipo 2)	31,4°C	33,5°C	25,7°C
Diferenças de temperatura (Protótipo 2)	5,6°C	4,8°C	4,2°C
Temperatura Máxima (Estrutura de proteção)	63,0°C	55,9°C	40,5°C
Temperatura Média (Estrutura de proteção)	47,5°C	43,8°C	31,6°C
Diferenças de temperatura (Estrutura)	8,5°C	9,2°C	6,1°C

Fonte: Autor.

Discussão

Analisando os gráficos de temperatura, foi possível observar que a estrutura de proteção teve bons resultados, uma vez que os dados evidenciam a eficiência da estrutura quanto a diminuição de irradiação e temperatura, ou seja, intempéries, em geral.

Com base nas temperaturas experimentais dos protótipos e da estrutura de proteção, observa-se, como esperado, uma relação direta entre a irradiação solar coletada e as temperaturas dos protótipos. Além disso, foi averiguado uma temperatura média alta no protótipo 1, uma temperatura média moderada para a estrutura de proteção e uma temperatura média baixa para o protótipo 2. Nota-se também que há valores consideráveis de desvios padrão (cerca de 10 a 20% da média) tanto no protótipo 1 quanto na estrutura de proteção, resultando em uma interpretação de marcantes flutuações de temperatura. Entretanto, no protótipo 2, a variável tem valores menores, indicando uma maior estabilidade.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Assim, espera-se uma desaceleração do envelhecimento do material, portanto, estima-se um aumento da vida útil de correias transportadoras armazenadas dentro da estrutura de proteção quando comparadas àquelas armazenadas nuas em pátios abertos.

Essas flutuações presentes tanto de temperatura quanto de irradiação fazem com que a correia transportadora sofra ainda mais com as intempéries naturais. Logo, a degradação do material se faz presente fazendo com que a correia ganhe rigidez e, conseqüentemente, microfissuras. Algo que leva a uma exposição da alma da correia transportadora. Fatos que abreviam a vida útil do material dentro da indústria.

Ainda sobre as temperaturas, conforme pode ser observado nos termogramas das Figuras 28, 29 e 30, o protótipo 1 teve pico de 84,4°C, condição equivalente às condições de trabalho de correias transportadoras de alta temperatura. Já no protótipo 2, atingiu-se 45,9°C e na estrutura de proteção 54,5°C. Uma atenuação de temperatura de quase 45,6%. Em outro momento, o protótipo 1 atingiu, cerca de, 77,9°C e o protótipo 2, cerca de, 35,8°C. Uma diminuição de 54,0%.

Por fim, muitos fabricantes de correia transportadora, um dos maiores ativos das empresas de mineração, aconselham não armazenar correias transportadoras em pátios abertos. Portanto, atualmente, muitos problemas relacionados com o armazenamento e com propriedades modificadas de correias armazenadas por muito tempo podem ser evitados com a utilização da estrutura de proteção apresentada em protótipo na pesquisa. Levando economia em custos de reposição de correias transportadoras e aumento de vida útil das mesmas.

Conclusão

Esta pesquisa avaliou o desempenho da estrutura de proteção quanto a atenuação de irradiação e temperatura. Os resultados obtidos indicaram um grande potencial de diminuição de intempéries naturais, como irradiação e temperatura, atuantes nas correias transportadoras armazenadas. Sendo possível, um decaimento de 54% de temperatura (77,9°C para 35,8°C) entre os protótipos 1 e 2.

Conclui-se que os valores atingidos pelo protótipo 1 tendem a acelerar o processo de degradação, resultando em correias transportadoras com maior dureza e resistência a abrasão e menos resistentes a tração e a fadiga. Isto é, os materiais perdem propriedades aliadas ao transporte de cargas.

Vale ressaltar também que as correias transportadoras expostas as intempéries ganham rigidez e, por conseguinte, microfissuras. Fato que leva a uma exposição indesejada da alma da correia transportadora abreviando a vida útil da mesma.

Portanto, a estrutura de proteção se mostrou vantajosa na atenuação de intempéries como irradiação solar direta, chuva e calor. Ocasionalmente uma atenuação do processo de degradação. Espera-se então, que o equipamento de proteção desenvolvido prolongue a vida útil da correia transportadora e diminua os custos de reposição das mesmas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT.NBR 6177 Transportadores contínuos - Transportadores de correia: Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 32p.

MARSON, R. D. **Projeto de trocador de calor para uma máquina de aquecimento de vidro para laminação**. 2015. **Trabalho de conclusão de curso** – Universidade Estadual Paulista, Campus Guaratinguetá, Guaratinguetá – SP.

VELOSO R. C. **Modelagem de curvas de degradação de correias transportadoras com base em covariáveis inerentes ao processo de mineração**. Tese de doutorado. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, CNPq e FAPESP (Processos #2019/15851-2 e #2016/10636-8).