

Termometria em Unidades Armazenadoras: Comparativo de Sensores Digital e Termopar

83

Eduardo Ferraz Monteiro¹, Marcos Antônio de Souza Vargas².

RESUMO

Este trabalho visa à utilização de termometria digital em unidades armazenadoras de grãos. O trabalho vem sendo realizado desde abril de 2016 na Cooperativa Agroindustrial de Soledade, localizada em Soledade, Rio Grande do Sul, Brasil. Medimos resultados de temperatura através de medições do sistema de termometria comparando o uso de sensores termopares e digitais. Em todos os silos analisados tivemos diferenças entre as tecnologias. O Sistema de termometria digital mostrou-se confiável e com valores mínimos de diferença (máximo de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) de temperatura dentro da massa de grãos, diferentemente dos termopares.

Palavras chave: termometria digital, qualidade de grãos, sensores digitais.

INTRODUÇÃO

A armazenagem de grãos no Brasil necessita cada vez mais de profissionais qualificados e equipamentos que sejam confiáveis e possuam melhor rendimento e eficiência em cada área de atuação, como recebimento, classificação, secagem e armazenamento. Além disso, os custos estão aumentando cada vez mais, forçando o mercado a ser mais competitivo e evolutivo. Sendo assim, necessitamos também o uso de tecnologias aliadas a processos para que possamos melhorar resultados financeiros através de economia de energia e amenizar a perda de peso e qualidade do produto através da aeração.

¹ Coagrisol Cooperativa Agroindustrial, Avenida Mal. Floriano Peixoto, 1896, CEP 98300-000 Soledade, Rio grande do Sul, Brasil. Email: eduardomonteiro@coagrisol.com.br

² Engenheiro Eletricista, SATC, Criciúma, SC.

Os objetivos essenciais da aeração são o resfriamento dos grãos e a uniformização da temperatura visando manter os grãos a uma temperatura suficientemente baixa e uniforme para assegurar uma boa conservação, através da redução das atividades metabólicas dos próprios grãos e dos organismos associados. (Elias, Moacir Cardoso. 2008). Para que possamos atingir os objetivos essenciais da aeração, é necessário um bom sistema de termometria para correta tomada de decisões.

A necessidade de melhorias na coleta de informações surgiu devido à alteração de temperatura dos sensores termopares dentro da massa de grãos em virtude da variação térmica da temperatura do ar ambiente. Também o comprimento dos fios que ligam os sensores de temperatura dos pêndulos dos silos ao quadro de comando torna vulnerável ao ataque de roedores e outros problemas de funcionamento, comprometendo a confiabilidade das medições de temperatura dos sensores termopares dificultando a tomada de decisões podendo ocasionar perdas irreversíveis na qualidade dos grãos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados sensores de temperatura com tecnologia termopar e digital. Os termopares são sensores de temperatura simples, robustos e de baixo custo, sendo amplamente utilizados nos mais variados processos de medição de temperatura. Um termopar é constituído de dois metais distintos, unidos em uma das extremidades. Os sensores termopares mais comumente utilizado na armazenagem são do tipo “T”, compostos de Cobre e Constantan, e sendo o sinal de tensão de saída destes sensores na faixa de entre 0,006258mV à 0,019030mV. (Bega, Egídio Alberto.2006).

Os sensores digitais de temperatura são constituídos por materiais semicondutores, sendo o silício comumente utilizado nestes. Estes sensores são precisos, com erro máximo de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, devido ao grau de pureza dos elementos sensíveis internos, e que não perdem suas características originais ao longo do tempo. Estes, diferentemente dos termopares, possui sinal de saída digital, que não é afetado por eventuais perdas de tensão ao longo do cabo, pois opera somente em lógica binária (nível lógico alto ou baixo) (Swart, Jacobus W.2008).

O experimento exibido a seguir é composto de imagens e gráficos de dois silos de unidades diferentes da Coagrisol Cooperativa Agroindustrial. O primeiro com tecnologia 100% termopar está localizado em Jacuizinho/RS, com capacidade de 3 mil toneladas. A avaliação foi realizada na data de 21/06/2016. O outro silo avaliado, com tecnologia 100% digital, está localizado na localidade de Tupinambá, Lagoa Vermelha/RS. Ambos com soja armazenado desde abril de 2016 até dezembro de 2016.

O formato de avaliação constitui de um software supervisor que capta via wireless (transmissão via rádio frequência, ou seja, sem utilização de fios) as informações

coletadas de um módulo registrador de dados, instalado nos silos, conectado aos sensores de ambas as tecnologias (termopar e digital) dentro da massa de grãos no silo. O cabeamento que liga os sensores presentes na massa de grãos até o módulo registrador está sobre influência das mudanças de temperatura, ocasionando interferência térmica neste cabeamento, e conseqüentemente, nas medições de temperatura quando se trata de sinal termopar. As duas tecnologias foram avaliadas no mesmo dia e horário com o mesmo fator comparativo, porém em unidades e silos diferentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados estão representados nas figuras e gráficos abaixo, onde são comparadas as medições de temperatura de cada tecnologia nos horários das 06h00min (mínima influência térmica solar sobre os cabos dos sensores) e 14h00min (máxima influência térmica solar sobre os cabos dos sensores) do dia 21/06/2016.

Ante a dificuldade em localizar referências bibliográficas mostrando resultados referentes à termometria digital, temos a confiança no trabalho proposto devido aos resultados em mais de 50 silos com sensores digitais dentro da Coagrisol do período 2016 até julho de 2018. Em relação aos pêndulos com tecnologia termopar existem variações consideráveis, que variam conforme o horário do dia.

Como base para este trabalho, a avaliação a seguir utilizamos a nomenclatura das siglas TE (temperatura externa ou temperatura ambiente), Tl_{mín} (temperatura mínima interna na massa de grãos), Tl_{méd} (temperatura média interna na massa de grãos), Tl_{máx} (temperatura máxima interna na massa de grãos).

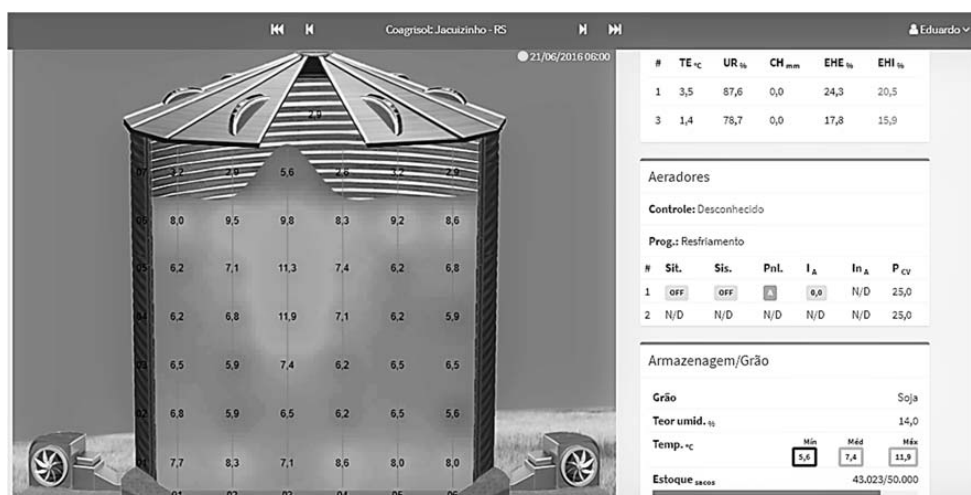


FIGURA 1. Imagem software termometria – Silo 1 – Jacuizinho/RS - 21/06/2016 as 06h00min.

Figura 1. Termometria com utilização de sensores termopares. Silo 01 de Jacuizinho/RS. Data: 21/06/2016 as 06h00min. TE: 3,5°C; Tl_{mín}:5,6 °C; Tl_{méd}: 7,4°C; Tl_{máx}: 11,9 °C.

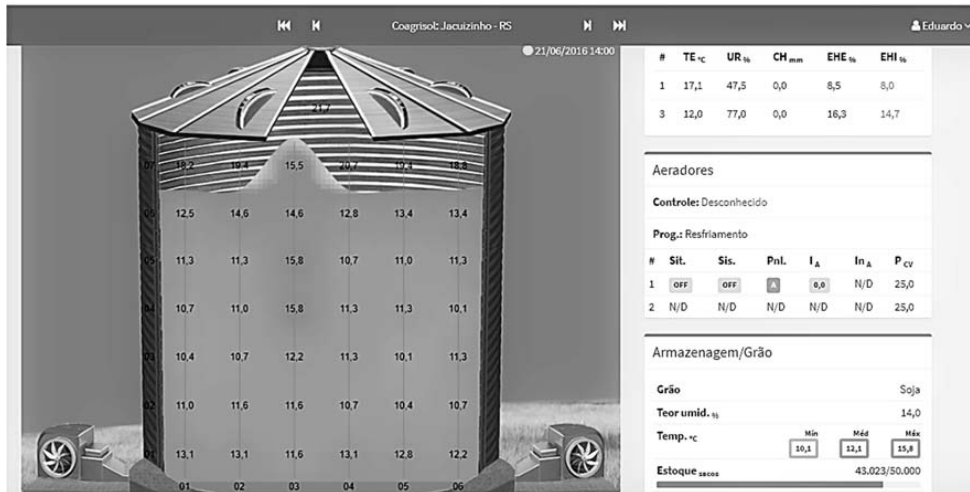
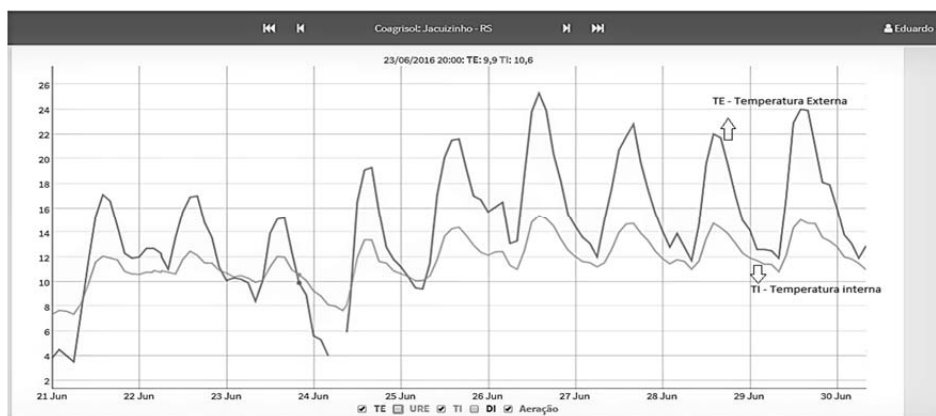


FIGURA 2. Imagem software termometria – Silo 1 – Jacuizinho/RS - 21/06/2016 as 14h00min.

Figura 2. Termometria com utilização de sensores termopares. Silo 01 de Jacuizinho/RS. TE 17,1°C; Tl_{mín} 10,1°C; Tl_{méd} 12,1°C; Tl_{máx} 15,8°C.

Comparando as figuras 1 e 2, houve uma variação da temperatura externa (TE) de 3,5°C para 17,1°C, ou seja, houve a elevação de temperatura em 13,6°C em um período de 8h00min. A medição da temperatura na massa de grãos com sensores termopares obteve as seguintes diferenças, sendo os valores das 14h00min subtraindo-se os valores das 6h00min: TE: 13,6°C; Tl_{mín}: 4,5°C; Tl_{méd}: 4,7°C e Tl_{máx}: 3,9°C.

GRÁFICO01. Comparativo da Temperatura Externa x Temperatura Interna média na massa de grãos do silo 1 de Jacuizinho/RS entre 21/6/16 e 30/6/16 utilizando sensores termopar.



Através do Gráfico 01 é perceptível que mesmo sem a ação dos aeradores e sem variação na temperatura da massa de grãos, os sensores termopares oscilaram consideravelmente em suas medições, o que confirma que a variação de temperatura do cabo de compensação (que interliga os sensores ao equipamento) pode interferir na precisão e confiabilidade da medição dos termopares.

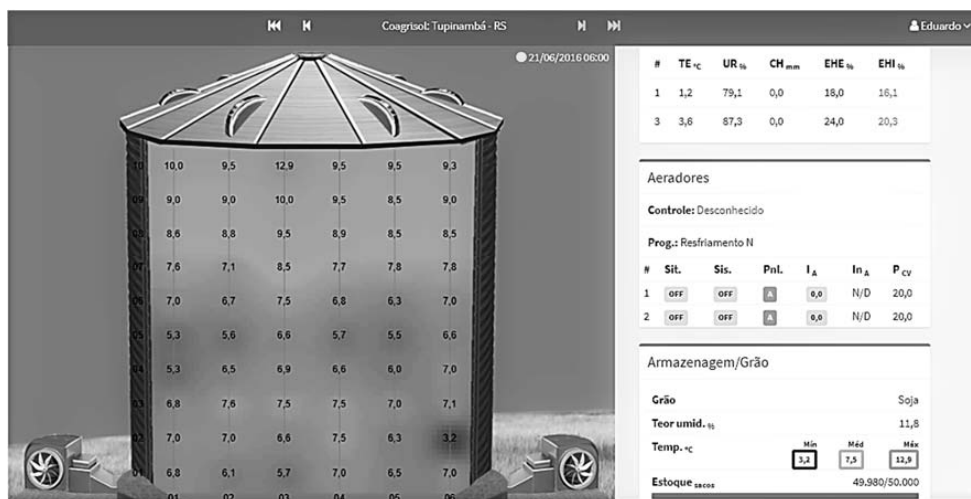


FIGURA 3. Imagem software termometria – Silo 1 – Tupinambá/RS - 21/06/2016 as 6h00min.

Figura 3. Termometria com utilização de sensores digitais. Silo 01 de Tupinambá/RS. TE 1,2°C; Tl_{mín} 3,2°C; Tl_{méd} 7,5°C; Tl_{máx} 12,9°C.

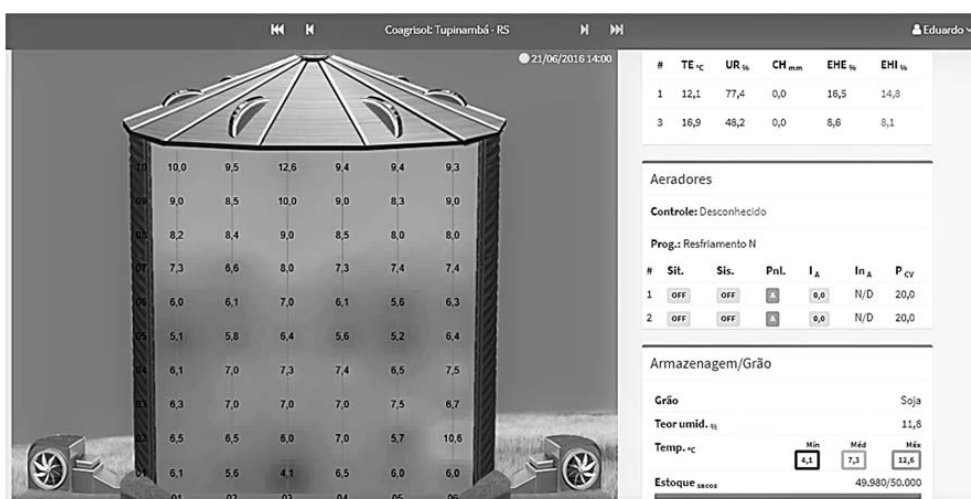
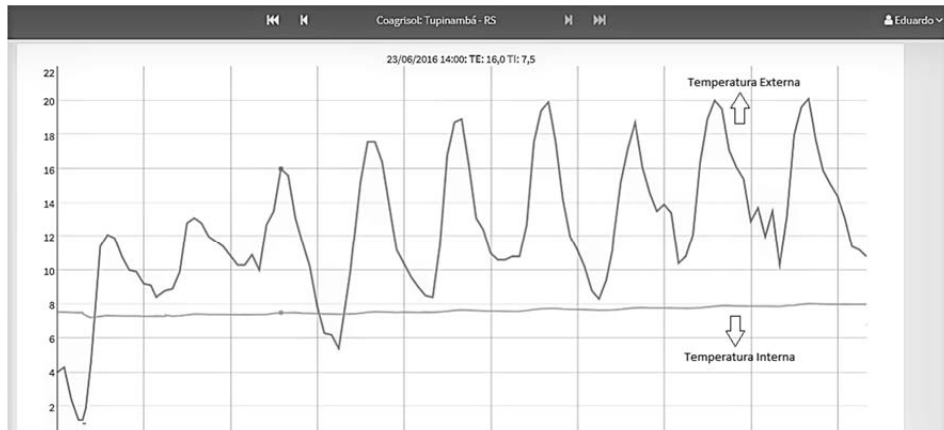


FIGURA 4. Imagem software termometria – Silo 1 – Tupinambá/RS - 21/06/2016 as 14h00min

Figura 4 - Termometria com utilização de sensores digitais. Silo 01 de Tupinambá/RS. TE 12,1°C; Tl_{mín} 4,1°C; Tl_{méd} 7,3°C; Tl_{máx} 12,6°C.

Comparando as figuras 3 e 4, houve uma variação da TE em 10,9 °C. A diferença das medições de temperatura dentro da massa de grãos utilizando sensores digitais obteve os seguintes resultados, subtraindo-se os valores das 14h00min e das 06h00min: Tl_{mín}: 0,9 °C, Tl_{méd}: -0,2 °C e Tl_{máx}: -0,3°C.

GRÁFICO 2. Comparativo da Temperatura Externa x Temperatura Interna média na massa de grão do silo 1 de Tupinambá/RS entre 21/6/16 e 30/6/16 utilizando sensores digitais.



Através do Gráfico 2 é possível afirmar que independentemente do horário em que as medições foram realizadas, com a utilização dos sensores digitais, não existe alteração significativa nos valores aferidos, assim garantindo segurança nas informações obtidas, e desta forma, facilitando a tomada de decisões, tanto no que se refere a questões de aeração, descarga de produto, tempo de armazenagem, entre outros.

Este trabalho prático mostrou no decorrer desses dois anos, a importância de ter a correta manutenção dos sensores, independentemente da tecnologia termopar ou digital. Ambos com suas importâncias e respeitando a tecnologia termopar que há quase duzentos anos está contribuindo para o crescimento e evolução da armazenagem de grãos no mundo.

Pode-se dizer que a termometria digital é uma tecnologia confiável e consegue-se medir temperaturas com alterações sensíveis, evidenciando que o grão possui baixa condutibilidade térmica.

A utilização de termometria digital possibilitou a diminuição do consumo de energia elétrica dos aeradores e maior eficiência na aeração, visto que é utilizado somente quando há necessidade, sem risco de ligar em um momento inoportuno devido à temperatura ser coletada erroneamente pelos sensores termopares que sabidamente possui um limitante devido à variação térmica do ar ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bega, Egídio Alberto. Instrumentação Industrial. Editora Interciência. 2006. 583p.

Elias, Moacir Cardoso. Manejo Tecnológico e do Armazenamento de Grãos, Pelotas: Editora Santa Cruz, 2008.363p.

Swart, Jacobus W. Semicondutores: Fundamentos, Técnicas e Aplicações. Editora da Unicamp, 1ª Edição. 2008. 376p.