

A MAGNITUDE DA ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL APLICADA EM UMA INDÚSTRIA CERVEJEIRA, MUNICÍPIO DE CAXIAS, MARANHÃO

MIKHAEL FERREIRA DA SILVA SANTOS^{1*} CLÁUDIO VIDRIH FERREIRA²,
JEFFERSON DE BRITO SOUSA³, VALNEY MOURA DA SILVA⁴ HELEN DIANA SANTOS LUZ ROLIM⁵

¹ Acadêmico de engenharia civil, FACEMA, Caxias-MA. Fone: (99) 98121-3658, mikhaelmk@hotmail.com

² Dr. Professor Engenharia Civil, FACEMA, Caxias-MA. Fone: (14) 99616-5751, vidrih@vidrih.com.br

³ Ms. Professor Engenharia Civil, FACEMA, Caxias-MA. Fone: (99) 9645-4070, jeffersonbrito2@gmail.com

⁴ Esp. Professor Engenharia Civil, FACEMA, Caxias-MA. Fone: (99) 98823-9345, valneymoura@yahoo.com.br

⁵ Esp. Professora Engenharia Civil, FACEMA, Caxias-MA. Fone: (99) 98133-8730,
helen_dhyana@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: Este trabalho apresenta a magnitude da análise térmica diferencial (DTA) no processo de troca de calor entre a água cervejeira e o mosto, realizado no setor de brassagem de uma indústria de bebidas situada no município de Caxias, estado do Maranhão, com o intuito de reduzir os custos e desenvolver uma produção sustentável, porquanto o processo exige um controle meticuloso para que não haja desperdício de água. A metodologia baseou-se em duas etapas, sendo a observação e a entrevista. A observação possibilitou a coleta de dados gerais da empresa. Posteriormente, a etapa de entrevista coletou os dados principais, onde quatro funcionários participaram da mesma, sendo dois do setor de utilidades, o coordenador de meio ambiente e o outro do setor de brassagem. Os resultados constataram que a DTA é imprescindível no processo de troca de calor, e sua atuação torna possível a redução de custos e uma produção sustentável, visto que a quantidade ideal de água cervejeira será utilizada. Logo, não haverá perdas significativas de água.

PALAVRAS-CHAVE: análise térmica diferencial, DTA, troca de calor, termodinâmica.

A MAGNITUDE OF DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS APPLIED IN AN INDUSTRY BREWING, CAXIAS COUNTY, MARANHÃO

ABSTRACT: This paper presents the magnitude of differential thermal analysis (DTA) in the heat exchange process between the brewing water and wort, held in brewing sector of the beverage industry in the municipality of Caxias, Maranhão state, in order to reduce costs and develop sustainable production, because the process requires meticulous control so there is no waste of water. The methodology was based on two phases, the observation and the interview. The observation made possible the collection of general company data. Later, the interview stage collected the main data, where four employees participated in it, two of the utilities sector, the environmental coordinator and the other of the brewing industry. The results verified that the DTA is essential in the heat exchange process and its performance becomes possible to reduce costs and sustainable production, since the optimal amount of brewing water is used. Soon, there will be significant losses of water.

KEYWORDS: Differential thermal analysis, DTA, heat transfer, thermodynamics.

INTRODUÇÃO

A análise térmica diferencial (DTA), sendo um grupo de técnicas onde uma amostra é submetida a uma programação minuciosa de temperatura (Mackenzie, 1979), é um dos modelos de análise térmica que possui o escopo de controlar a temperatura dos mais variados processos. A falta de estudos sobre esse método de análise térmica, bem como a padronização da quantidade de calor necessária para haver uma troca de calor com eficiência e eficácia, é alarmante.

Casteletti (2010) afirma que a temperatura é o grau de aquecimento ou resfriamento de uma substância ou um corpo e é mensurado por instrumentos chamados termômetros. Os termômetros de resistência são os mais utilizados nos setores produtivos devido sua facilidade de uso. O PT100, termômetro de resistência, é utilizado no setor de brassagem referida indústria cervejeira. O processo de troca de calor entre a água cervejeira e o mosto ocorre no trocador de calor tipo placa, onde Aguiar e Machado (2008) caracterizam que é construído com placas planas e lisas, ou placas corrugadas que aumentam a área de calor propiciando maior resistência à placa, produzindo maior escoamento dos fluídos.

A troca de calor, dentro do processo de resfriamento do mosto, ocorre através da propagação de calor. Esta é definida por Gonçalves (2004) como processo de transferência de calor entre dois ou mais sistemas, com diferentes temperaturas, que adquirem a mesma temperatura após o processo. Vale salientar que a troca de calor entre o mosto e a água cervejeira ocorre através da condução térmica, que de acordo com Tipler e Mosca (2012), é a transferência de calor através de interações entre átomos ou moléculas. O calor específico da água (1 Cal/g°C) é essencial para a análise da energia térmica transferida. Nussenzveig (2002) assegura que o calor específico é a quantidade de calor necessária para elevar em 1 grau Celsius a temperatura de 1 grama da substância.

Outra característica também importante para o desenvolvimento deste trabalho, é a quantidade de calor sensível, que é definido por Yamamoto e Fuke (2010) como o calor trocado que faz com o que a substância sofra variação tão somente de temperatura. O calor sensível depende do tipo de substância que o corpo é constituído, massa do corpo e da variação da temperatura. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo demonstrar a importância que o modelo de análise térmica implica no processo de troca de calor.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o setor de brassagem da indústria cervejeira, situada no município de Caxias, estado do Maranhão, sendo o município localizado a uma latitude 4°51'32''sul e uma longitude 43°21'22'' oeste (IBGE, 2010). Foi usado, como instrumento para coleta de dados, a observação direta intensiva que aborda duas técnicas: observação e entrevista. A observação foi realizada para coletar dados no setor produtivo da indústria, o que possibilitou, por conseguinte, a coleta e o estudo mais aprofundado dos dados subsequentes. A etapa de observação durou duas semanas, e foi realizada uma vistoria completa na fábrica para a coleta dos dados já objetivados a priori. A entrevista foi realizada com quatro funcionários, dois do setor de utilidades, o coordenador de meio ambiente e outro do setor de brassagem. Através da entrevista foi coletado todos os dados que estão envolvidos com este trabalho. A entrevista durou duas semanas, e iniciou com os funcionários da utilidade, onde foi estabelecido todas as etapas que envolvem o processo de troca de calor entre a água cervejeira e o mosto. Posteriormente, ainda na primeira semana, o coordenador de meio ambiente especificou todas as etapas de coleta e tratamento da água e realçou a importância da DTA. Na segunda semana foi entrevistado o responsável pelo setor de brassagem, que forneceu os detalhes do processo de troca de calor entre a água cervejeira e o mosto.

O controle térmico no trocador de calor é realizado através do PT100 com base em valores padrões que devem ser preponderantes para uma produção admissível, pois quanto maior a precisão de transferência de energia térmica, maior é a eficiência, logo, menos água é consumida. Por conseguinte, com menos água consumida, resulta em uma produção sustentável e uma redução de custos. As temperaturas antes e depois do processo de troca de calor entre a água cervejeira e o mosto (tabela 1) foram utilizadas para relacionar a energia térmica do processo, assim é possível analisar a influência da temperatura das substâncias durante o processo de resfriamento do mosto.

Tabela 1. Temperatura padrão da água cervejeira e do mosto, antes e depois do processo de troca de calor.

Substância	Temperatura antes do processo de troca de calor	Temperatura após o processo de troca de calor	Variação de temperatura
Água cervejeira	3°C	80°C	77°C
Mosto	95°C	10°C	-85°C

Fonte: próprios autores (2015).

Como demonstrado na tabela 1, a água cervejeira flui para o trocador de calor onde permuta energia térmica com o mosto. A variação de temperatura da água cervejeira é de, aproximadamente, 77°C. Portanto, a água cervejeira tem sua energia térmica acrescida, e, por conseguinte, ganha mais temperatura, devido a transferência de calor imposta pelo mosto. Este, por sua vez, cuja a variação de temperatura é de, aproximadamente, -85°C, diminui sua energia térmica, perdendo temperatura, visto que transfere calor para água cervejeira.

As variações de temperatura são cruciais para realizar com eficiência e eficácia o processo de troca de calor. As temperaturas são controladas pelos PT100's que estão instalados em cada tanque do setor desta pesquisa.

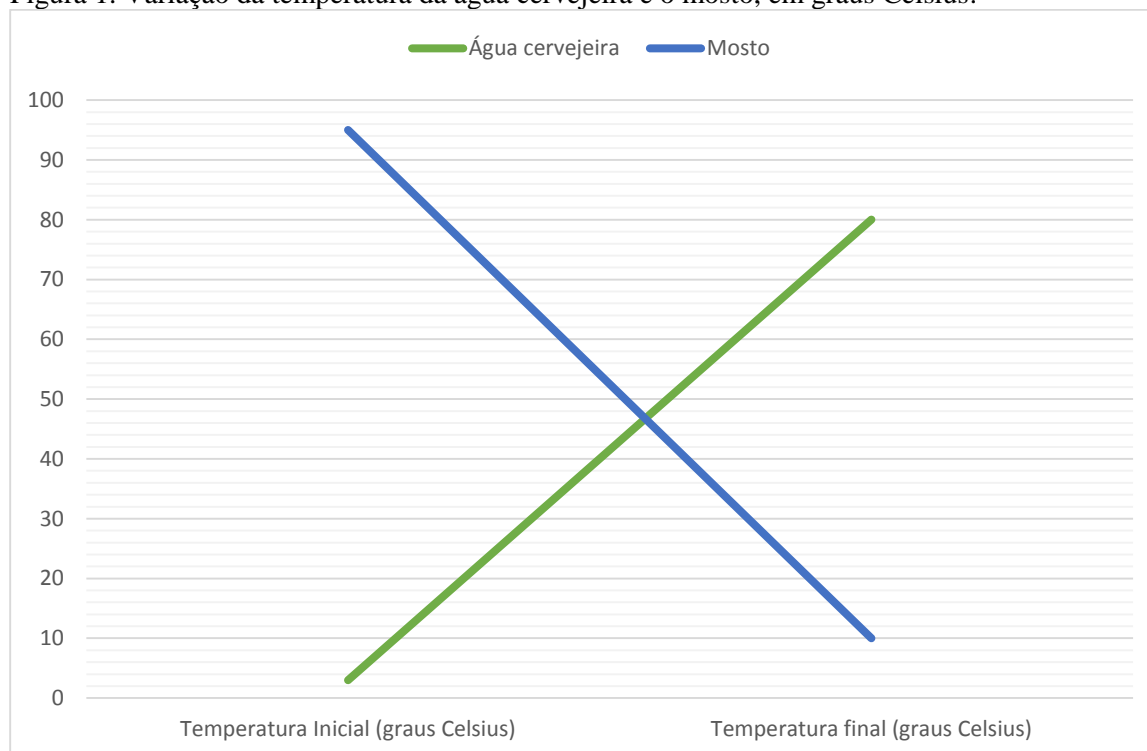
Agora, determina-se a taxa de transferência de calor entre a água cervejeira e o mosto. Primeiramente, deve-se saber que o calor específico da água é, sensivelmente, 1,0 cal/g°C (calorias por grama e por grau Celsius), ou seja, é necessário a quantidade de energia térmica de 1 caloria para elevar a temperatura de 1 grama de água em 1 grau Celsius. Utiliza-se a seguinte fórmula: $Q_s = m.c.\Delta t$. Logo, determinou-se que a taxa de transferência de calor entre a água cervejeira e o mosto equivale a 77000 joules, considerando o sistema como isolado. Portanto, para cada 1 quilograma de água e 1 quilograma de mosto, a taxa de transferência é de, aproximadamente, 77000 Joules.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É fácil notar que quanto maior a temperatura inicial da água, mais quantidade de água irá consumir para igualar a mesma quantidade de calor transferido no processo original. Por exemplo, se a temperatura da água inicial for de 10°C, então a taxa de transferência de calor, na mesma proporção de 1 quilograma de água e 1 quilograma de mosto, é de 70000 joules. Por consequência, houve uma perda de 9,09% na transferência de calor, se comparada com o processo original. Para igualar a taxa de variação de 77000J, será necessário mais que 1 quilograma de água, portanto o consumo é bem maior quando os valores de temperatura não são controlados. Assim, haverá uma produção não sustentável e não econômica, já que é possível realizar o processo de troca de calor entre a água cervejeira e o mosto de maneira eficiente.

A figura 1 mescla a variação de temperatura do mosto e da água cervejeira, deixando nítida a correlação de ambos e a importância significativa da DTA no processo de resfriamento do mosto para haver uma produção sustentável e com redução de custos.

Figura 1. Variação da temperatura da água cervejeira e o mosto, em graus Celsius.



Fonte: próprios autores (2015).

A tabela 2 relaciona os diversos valores de temperatura inicial da água, respeitando a mesma proporção de 1 quilograma de água para 1 quilograma de mosto, para evidenciar o prejuízo o de eficiência se a temperatura da água não for completamente controlada.

Tabela 2. Diversos valores da temperatura inicial da água cervejeira e as respectivas taxas de variação.

Valor Inicial da temperatura da água cervejeira (em graus Celsius)	Valor da variação de temperatura no processo de troca de calor (em graus Celsius)	Temperatura após o processo de troca de calor (em Joule)
10	70	70000
15	65	65000
20	60	60000
25	55	55000
30	50	50000
35	45	45000
40	40	40000

Fonte: próprios autores (2015).

CONCLUSÕES

O estudo comprovou que a DTA é imprescindível no processo de troca de calor entre a água cervejeira e o mosto na indústria cervejeira, situada no município de Caxias, estado do Maranhão. A DTA possibilita o controle térmico do processo em si. Através dela, é possível reduzir o desperdício de água durante o processo de troca de calor e, por conseguinte, desenvolver uma produção sustentável conjuntamente com uma produção econômica. A principal característica que define a eficiência do processo é a taxa de transferência de calor. Quanto maior a taxa de transferência de calor, maior será a eficiência da produção.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, G. P. S.; Machado, W. R. Operações unitárias II. 2008. 39 f. trabalho científico (graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, pontal do Araguaia, 2008.
- Casteletti, L. F. Instrumentação Industrial. São Paulo: Politec, 2010.
- Gonçalves, L. Física Térmica. 2004. Dissertação (mestrado profissionalizante do ensino de física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 01 jun. 2015.
- Mackenzie, R.C; termochin. Acta 1979, 28, 1.
- Nussenzveig, H. M. Curso de física básica 2. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.
- Tipler, P; Mosca, G. Física para Cientistas e Engenheiros. Rio de Janeiro: LLTC, 2012.
- Yamamoto, Kazuhito; Fuke, Luiz Felipe. Física para ensino médio. São Paulo: Saraiva, 2010 .