

# Avaliação de desempenho de uma torre de resfriamento

Lucas C. Teófilo, Roger J. Zemp

Faculdade de Engenharia Química  
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP  
Agência financiadora: PIBIC/UNICAMP

## Introdução

Neste trabalho foi proposto a avaliação de desempenho de uma torre de resfriamento, em escala reduzida. Com objetivo de avaliar o comportamento da eficiência de resfriamento e do recheio o equipamento foi operado em diversas condições operacionais.

Torres de resfriamento são equipamentos típicos de indústrias químicas que fazem uso da transferência de massa e energia para o rebaixamento da temperatura da água.

## A Metodologia

No projeto foi utilizada uma torre de resfriamento do tipo contracorrente em escala laboratorial. A água entra pela parte superior e o ar é succionado por um exaustor entrando pela parte inferior da torre.

Variáveis como temperatura, vazão e umidade foram medidas por sensores acoplados à torre. O software utilizado para a aquisição de dados foi o Indusoft.

A realização do projeto permitiu a realização dos seguintes cálculos:

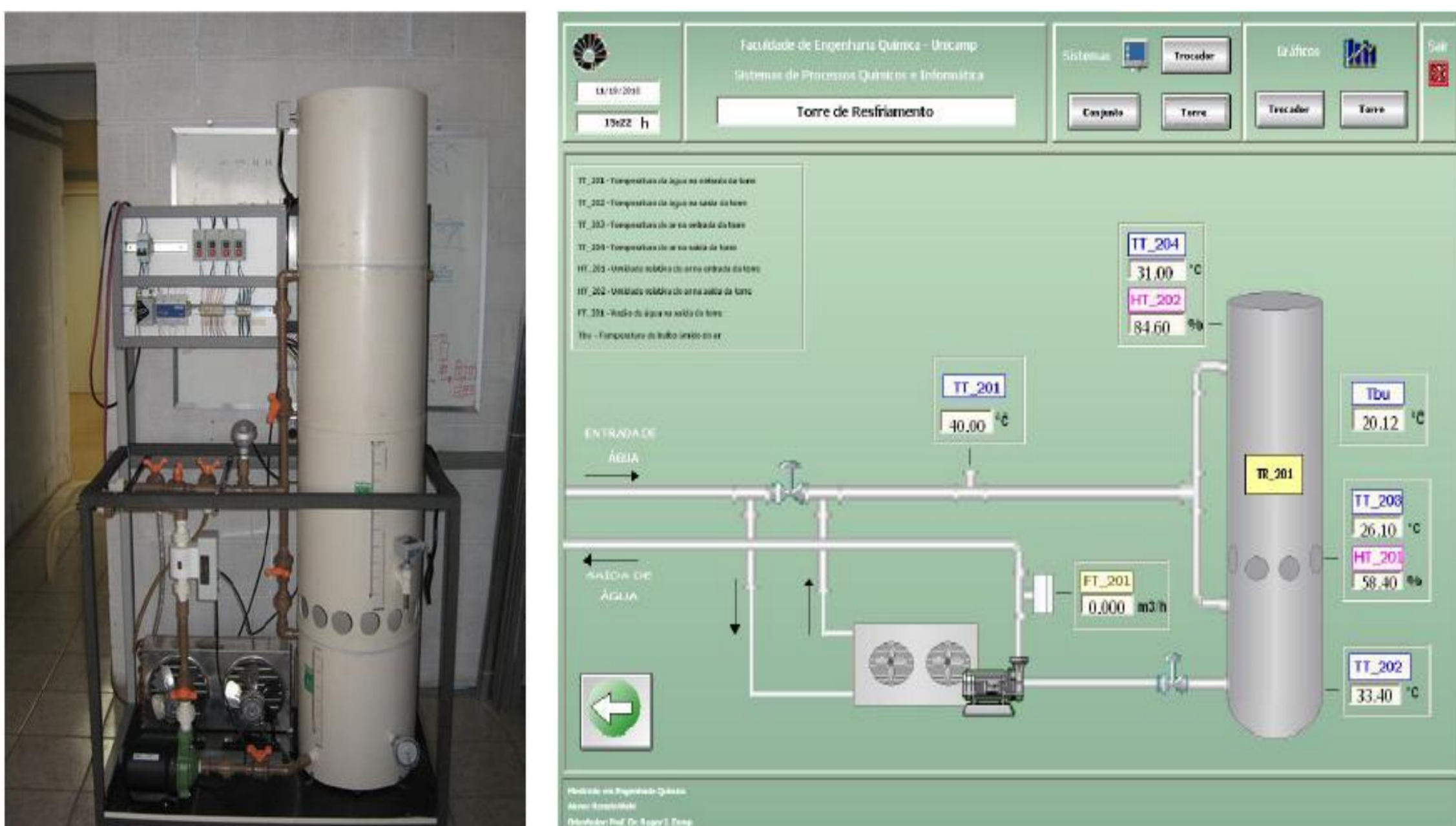
- Cálculo da vazão de ar na torre
- Cálculo da taxa de evaporação de água
- Cálculo da constante característica do recheio ( $Kx.a$ ) pela equação de Merkel:

$$\frac{Kx.a.A.h}{L.c_p} = \int_{T_{entrada}}^{T_{saida}} \frac{dT}{H_i - H_g}$$

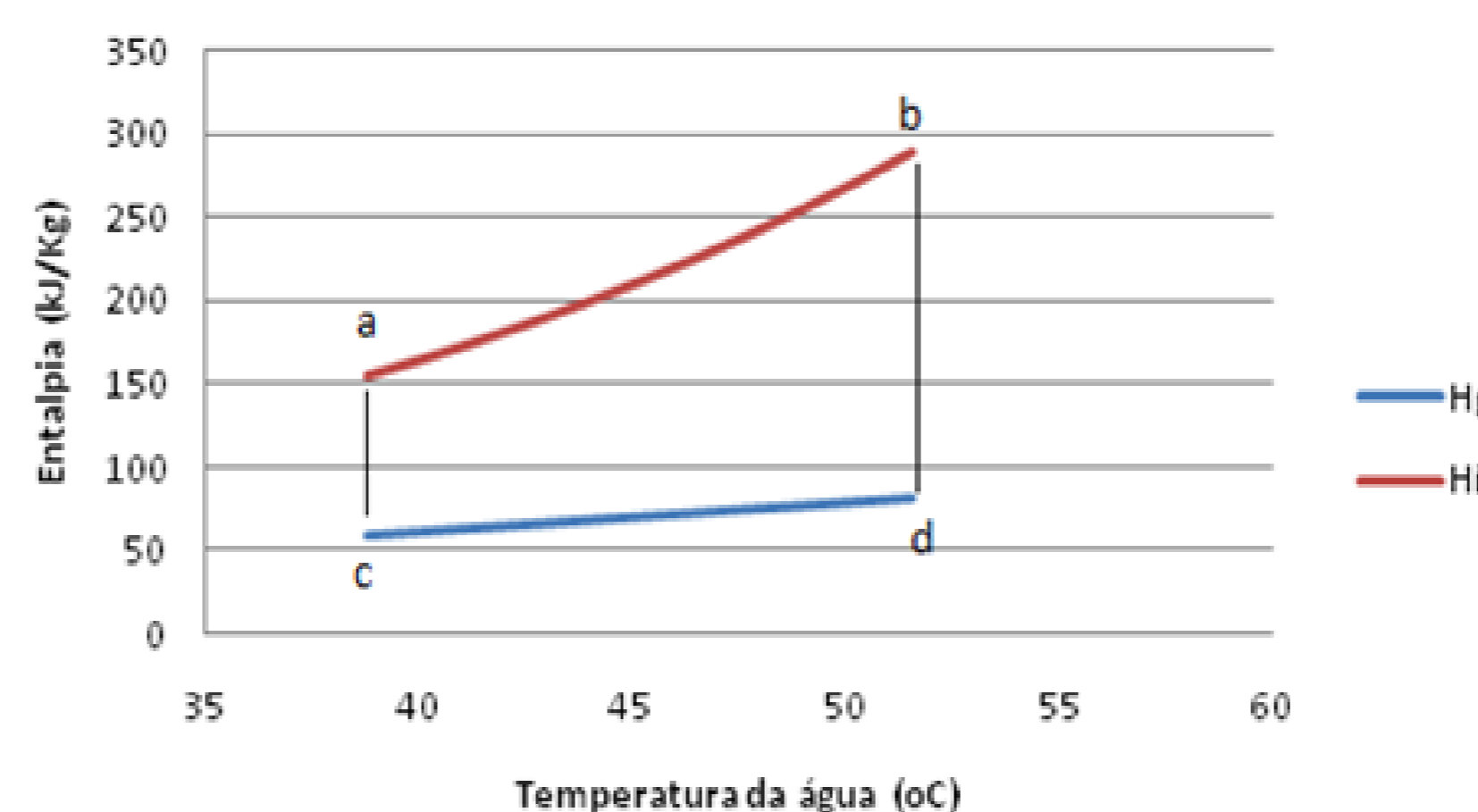
As condições para está equação são:

- Estado estacionário
- Temperatura da água igual a da interface
- Evaporação desprezível em relação à vazão de água.

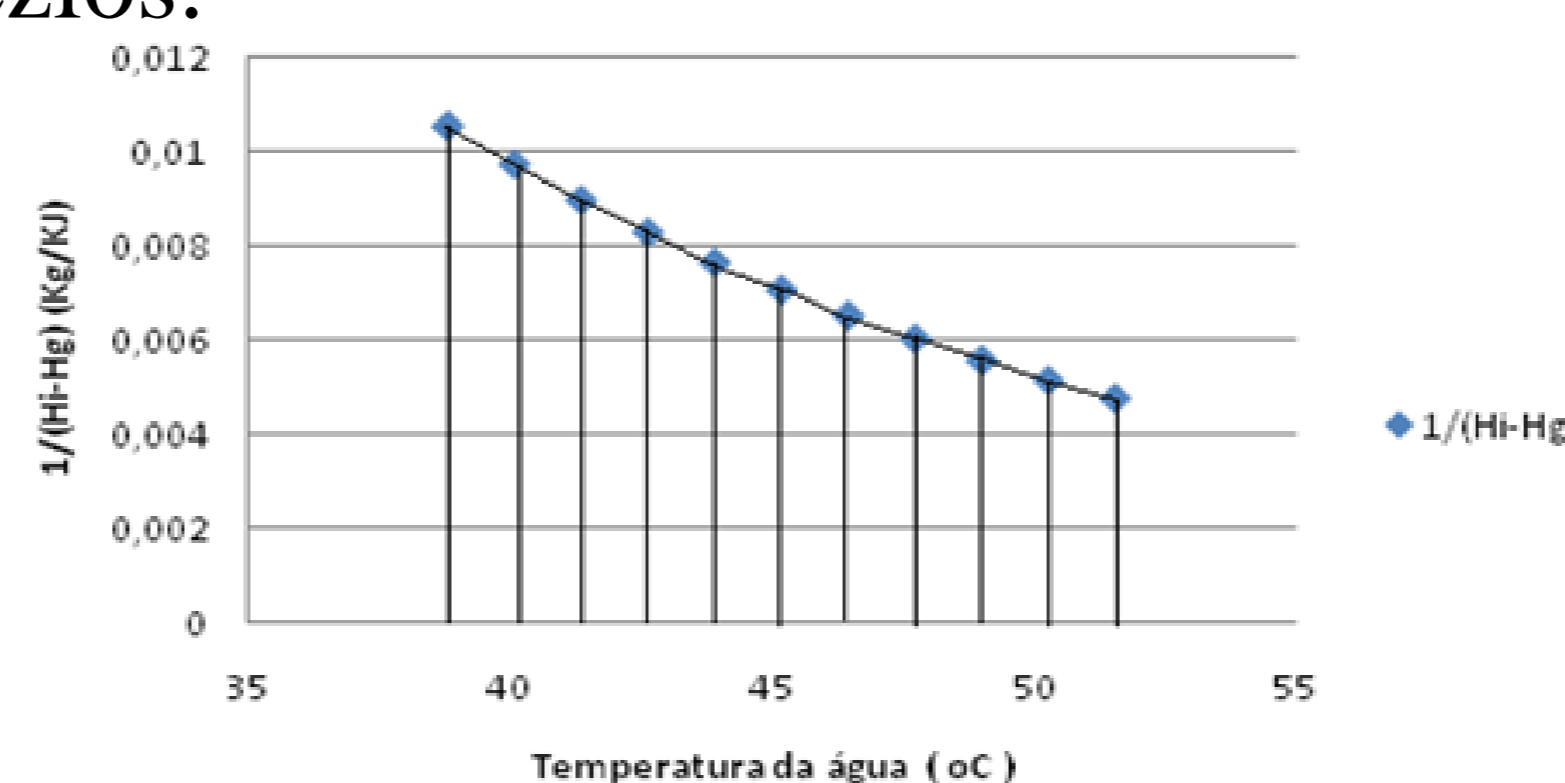
## Resultados e Discussão



Para o cálculo da vazão de ar foi feito um balanço de energia e para a taxa de evaporação o cálculo foi baseado na diferença de umidade do ar que entra e sai da torre. O cálculo da constante característica do recheio ( $Kx.a$ ) foi feito usando a equação de Merkel. A integral de Merkel foi calculada usando o método gráfico, por meio da construção de uma curva para entalpia do ar da interface ( $H_i$ ) e entalpia do ar de operação ( $H_g$ ).



Ao subtrair os pontos correspondentes dos dois gráficos e plotar outro gráfico, tem-se a o valor da integral de Merkel através da área embaixo da nova curva. O método utilizado para o cálculo da área foi o dos trapézios, ou seja, para cada dois pontos calcula-se a área do trapézio formado e no final soma todas as áreas. O gráfico descreve o método dos trapézios.



Com todos os valores de  $Kx.a$  obtidos foi feito um ajuste de  $Kx.a$  em função da vazão,

pois como a literatura prevê, o valor de  $Kx.a$  depende da vazão de água. A função obtida foi:

$$Kx.a = 13,099 * L^{1,1763}$$

## Conclusão

Foi possível avaliar o perfil de comportamento da torre operada em diversas condições operacionais. O modelo de Merkel descreve bem o comportamento de torres. Com o valor de  $Kx.a$  obtido, pode-se projetar torres do tipo contracorrente com o recheio mesmo recheio utilizado.

## Bibliografia

- WAKI, Renata - **Montagem e avaliação de uma torre de Resfriamento para uso em atividades de ensino em graduação** – Campinas: 2009- Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas
- LUDWIG, Ernest E. - Applied Process Design, volume 3.- Butterworth-Heinemann / Gulf Publishing, 1995