

1. Introdução

Este trabalho visa à avaliação de um condensador evaporativo de pequeno porte construído para operação em laboratório, sob condições controladas.

2. Objetivos

- Avaliação das regiões de dessuperaquecimento, condensação e subresfriamento através de imagens termográficas.
- Cálculo do coeficiente global de transferência de calor experimental levando-se em consideração as especificidades de cada região.

3. Metodologia

O condensador evaporativo em estudo foi construído em escala reduzida e tem como referência a norma ASHRAE 64 – 1995. A Figura 1 mostra o condensador desligado e em operação, respectivamente.



Figura 1 – Condensador evaporativo

3.1 Cálculo do coeficiente global de transferência de calor

O coeficiente global de transferência de calor foi determinado para as três regiões de troca térmica através da equação 3.1 [ASHRAE 2006].

$$U_{exp} = \frac{\dot{q}}{A \cdot \Delta T_{exp}} \quad (3.1)$$

U_{exp} : Coeficiente de troca térmica, em W/(m²°C),

A : Área de troca térmica em cada região, em m²,

ΔT_{exp} : Diferença entre a temperatura do fluido refrigerante em cada região e a temperatura da água aspergida sobre os tubos, em °C,

q : Calor rejeitado pelo condensador, em W, também para cada uma das zonas,

- A taxa de transferência de calor foi determinada tomando-se como volume de controle o evaporador (mostrado na Figura 2), visto que a bancada é adiabática [Niencheski, 2010].
- Sendo esta taxa de calor totalmente transferido ao R-22, a vazão em massa de refrigerante pode ser determinada pelo balanço de massa e energia que pode ser feito com o auxílio das equações mostradas na Figura 2.

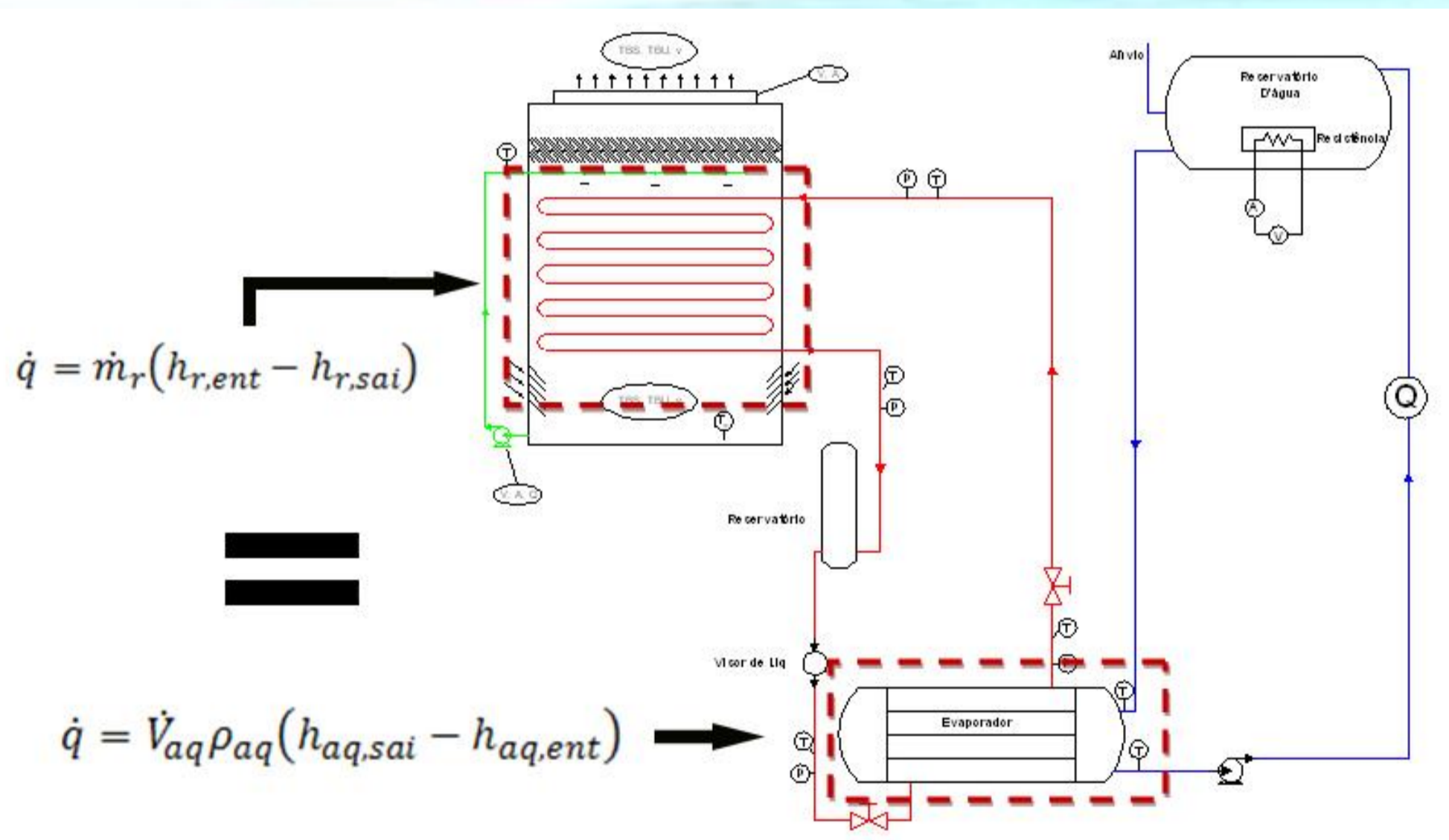


Figura 2 – Esquemática da bancada juntamente com os volumes de controle

$h_{aq,ent}$: Entalpias da água (em kJ/kg) na entrada do evaporador

$h_{aq,sai}$: Entalpias da água (em kJ/kg) na saída do evaporador

ρ : Massa específica

V_{aq} : Vazão de água quente.

m_r : Vazão mássica de fluido refrigerante, em kg/s,

$h_{r,ent}$: Entalpia de entrada fluido refrigerante, em kJ/kg

$h_{r,sai}$: Entalpia de saída fluido refrigerante, em kJ/kg.

- Através da pressão do fluido refrigerante pode-se determinar a temperatura de saturação. Com esta pressão e as temperaturas de entrada e saída do R-22 do condensador, pode-se definir entalpias das três regiões de troca térmica, permitindo a determinação da taxa de transferência de calor em cada região, como mostrado na Figura 3, estas foram obtidas tomando-se como volume de controle a serpentina do condensador.

- A figura 3 mostra também a região onde o fluido encontra-se em mudança de fase que é representada pelos pontos verdes. As demais cores que aparecem na figura representam o dessuperaquecimento, pois a temperatura de condensação foi tomada como limite para a determinação da região de subresfriamento.

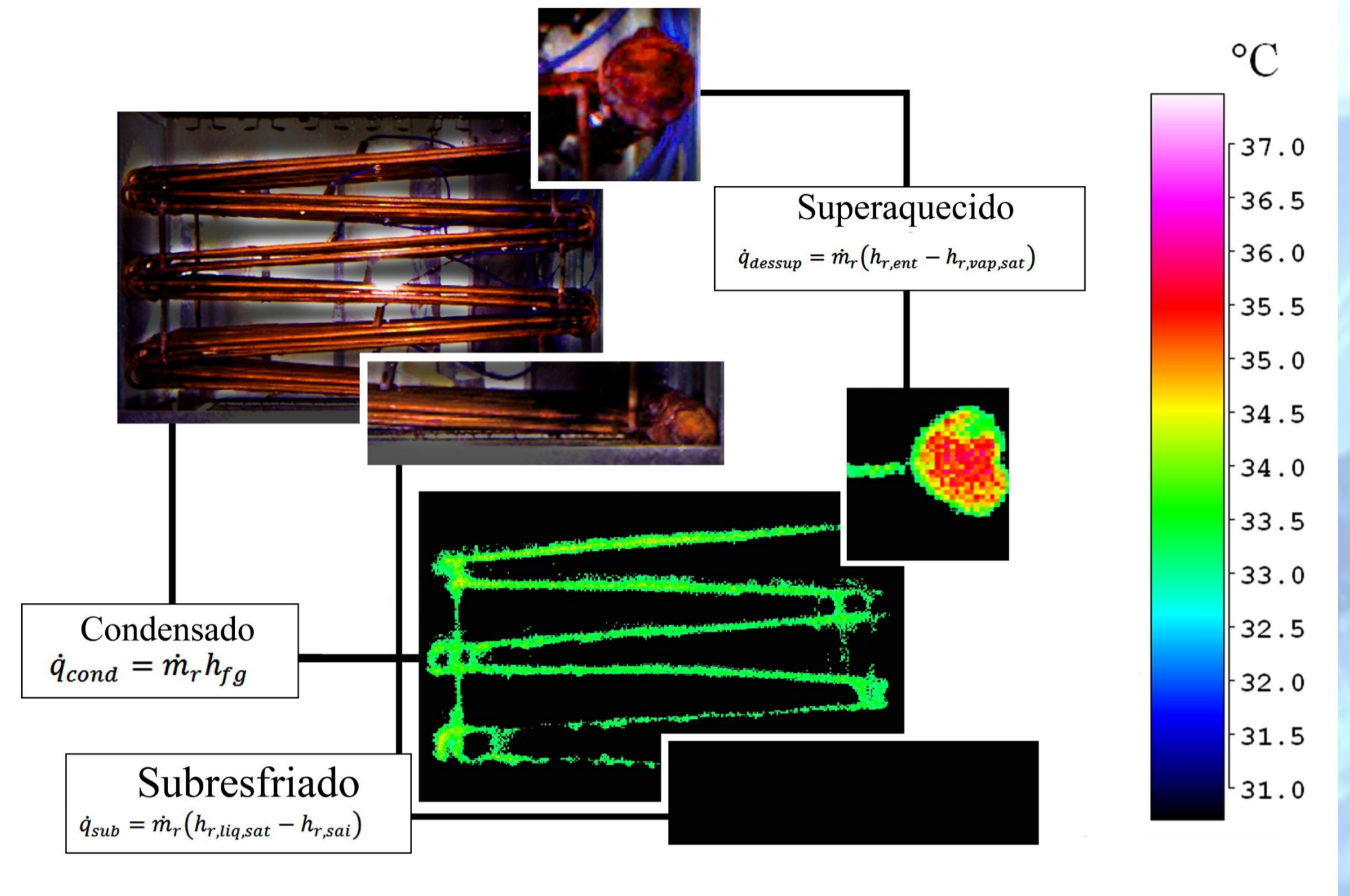


Figura 3 – Regiões e taxas de transferência de calor

O Gráfico 1 mostra que a região de condensação é a que possui maior representatividade na rejeição do calor para o ambiente.

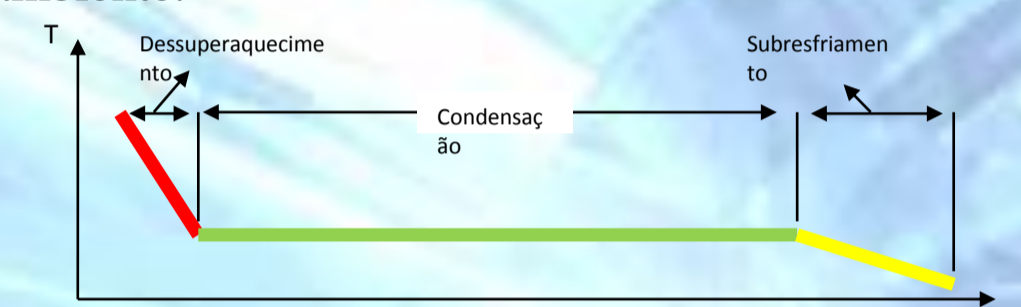


Gráfico 1 - Temperatura x Comprimento do tubo

3.2 Aquisição de dados

Sensores de pressão e temperatura foram instalados na bancada com o objetivo de adquirir todos os dados necessários para a realização de todos os cálculos. As temperaturas e pressões lidas foram captadas pelo HP – Agilent3497A e os dados exportados para uma planilha. Para uma maior confiabilidade no processo foram realizadas aproximadamente 3200 medições que compuseram 40 amostras, onde cada amostra é formada pela média dos valores instantâneos obtidos em cada uma das 40 seções.

- A partir das taxas de transferência de calor obtidas pelas equações mostradas na Figura 3 para as três regiões de troca térmica e das respectivas áreas, pode-se estimar o coeficiente global de transferência de calor em cada uma destas regiões.

4. Resultados e Discussão

4.1 Cálculo do coeficiente global de transferência de calor

A partir de parâmetros do tubo foi aferido uma área total de 2.17 m². A partir das imagens foram avaliadas as áreas de troca térmica em cada uma das regiões, como mostrado na Tabela 1.

Região	Área (m ²)
Dessuperaquecimento	0.04
Condensação	1.96
Subresfriamento	0.18

Tabela 1 – Áreas de cada região de troca térmica

- Após foi calculado o calor rejeitado em cada uma das regiões através das equações da Figura 3. A Figura 4 mostra os valores de U para as três regiões de troca para as 40 amostras de medição. A região de dessuperaquecimento apresentou os valores mais elevados, seguidos pelo U de condensação e subresfriamento.
- Entretanto, ao ser analisado o produto UA de cada campo de temperatura, percebemos que a região de condensação apresenta uma maior representatividade em relação aos demais U.

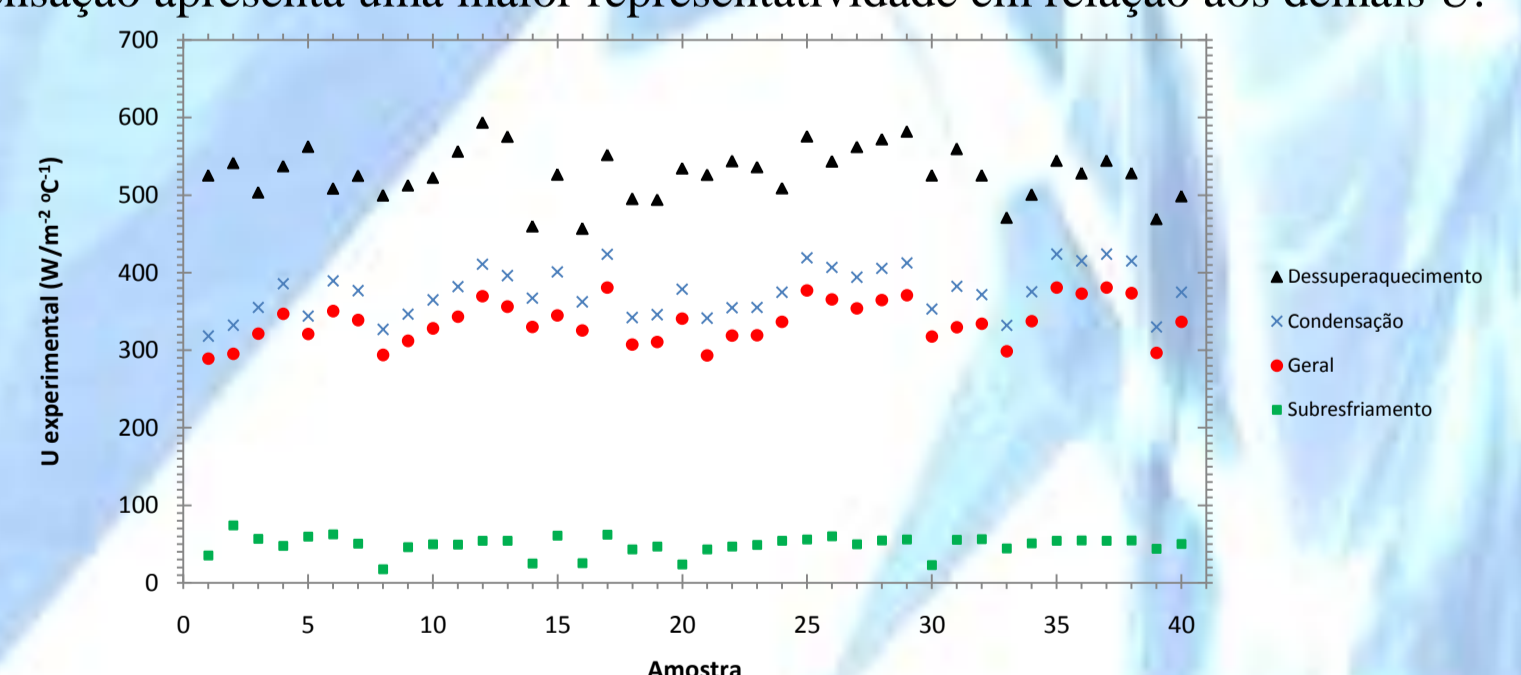


Figura 4 – Coeficiente global de transferência de calor das 40 amostras

5. Conclusão

Neste trabalho, pôde-se verificar a influência de cada região de troca térmica associada às taxas de transferência de calor. A região de maior contribuição é a de condensação. Desta forma, o valor de U para o condensador pode ser determinado considerando-se apenas esta zona, empregando-se correções para aproximá-lo dos valores experimentais.

6. Contribuição para a pesquisa

O trabalho que realizei para a execução do projeto foi principalmente em relação as 40 amostras coletadas, nas quais foi utilizada uma câmera termográfica para obter as imagens. Foram verificados inicialmente que os campos de temperaturas das imagens apresentavam uma pequena diferença em relação aqueles calculados teoricamente, após alguns testes, foi descoberto que alguns fatores como aspersão da água e o plástico que cerca o condensador influenciavam nos valores, esses pequenos desvios foram corrigidos com o ajuste da emissividade e temperatura de fundo.

7. Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela bolsa, sem a qual não seria possível a realização desse trabalho

Referências Bibliográficas

- ACUNHA, I. C. Transferência de calor e massa de um condensador evaporativo. NIENCHESKI, H. Z. Balanço calorimétrico de um condensador evaporativo. ANSI/ASHRAE 64-1995, "Methods of Testing Remote Mechanical-Draft Evaporative Refrigerant Condensers" American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - Atlanta, 1995. < www.ashrae.org >