

CÁLCULO DE VAZÃO E PERDA DE CARGA EM UMA TORRE DE RESFRIAMENTO

Luiz Carlos de Andrade Ribeiro Junior, luiz.ribeirojunior@globomail.com¹

Matheus de Carvalho Queiroz, matheus94cq@hotmail.com¹

Jorge Luiz Werneck Junior, jorgemecanica92@hotmail.com¹

¹Centro Universitário Geraldo di Biase CUGB, Rodovia Benjamim Ielpo, Km 11, CEP 27101-090, Barra do Piraí, RJ, Brasil

Resumo: A busca por novas tecnologias e redução do custo com manutenção, tem incentivado a pesquisa e o desenvolvimento de técnicas de escoamento e cálculos sobre a perda de carga ocasionada em função da geometria, tipos de equipamentos e instrumentos. Avaliou-se neste trabalho o cálculo de vazão e perda de carga em uma torre de resfriamento de contracorrente com exaustão de ar úmido para cima, verificando o desempenho constituído pela mesma. Uma unidade piloto foi confeccionada, composta por bombas, uma para o reservatório e outra para a torre de resfriamento, de 40Watts cada, um medidor de nível, um manômetro IMPAC DT 88-90, três válvulas sendo uma de by pass, outra para Placa de Orifício (PO) e uma para solenoide, uma Placa de Orifício Concêntrica (POC) e reservatórios d'água. Testes práticos relacionando o desempenho do protótipo com a parte teórica existente foram realizados e a POC possibilitou a medição de vazão no circuito, fornecendo a diferença de pressão coletada através do manômetro digital. Verificou-se que a vazão de 0,0278 L/s seria a ideal para o circuito, mas nos testes a real calculada foi de 0,016 L/s devido à perda de carga total equivalente a 32,579m, o que ocasionou rendimento de 57%, confirmando que existe perda ao utilizar-se este tipo de POC. Com este trabalho, melhorou-se a didática na demonstração do funcionamento básico de uma Torre de Resfriamento e a correlação com a aplicação de uma PO para medição de vazão. Outro ganho é no âmbito de comparações futuras de PO.

Palavras-chave: torre de resfriamento, cálculo de vazão, perda de carga, placa de orifício.

1. INTRODUÇÃO

A função de uma torre de resfriamento é resfriar os equipamentos de um sistema através da troca de calor, onde a água do circuito em contato indireto absorve o calor desses equipamentos e retorna a torre para ser resfriada e reiniciar o ciclo. Este processo envolve dois tipos de calor que é a transferência de calor latente e a transferência de calor sensível devido à diferença de temperatura entre a água e o ar [1]. Quando se aborda a eficiência da medição de vazão, a Placa de Orifício utilizada em todas as torres apresenta uma única desvantagem, sendo esta, a alta perda de carga no sistema, porém o impacto não é considerável comparado ao rendimento global do equipamento [2,7]. No início do século XVI, Leonardo da Vinci observou que a quantidade de água por unidade de tempo que escoava em um rio era a mesma em qualquer parte, independente da largura, profundidade ou inclinação. Mas o desenvolvimento de equipamentos capazes de aferir estas vazões só foi possível na era industrial com o trabalho de pesquisadores como *Bernoulli*, *Pitot*, entre outros. Diversos são os métodos de medição de vazões, cuja escolha geralmente está relacionada às condições do local tais como a largura do curso d'água. Tais condições geralmente imprimem dificuldades adicionais à medição de vazão. De uma forma geral, os métodos de medição de vazão podem ser subdivididos em métodos que se baseiam em medidas de velocidade e que se utilizam de relações empíricas para relacionar nível com vazão em estruturas hidráulicas [3]. Diversas são, ainda, as maneiras como os dados de velocidade podem ser utilizados para as avaliações de vazão, dentre os quais se destaca o método da entropia, por ser menos exigentes em termos da quantidade de informações necessárias. Assim utilizando o princípio da entropia sugere-se o uso de dados de velocidade obtidos para alguns níveis de uma única vertical do curso d'água para a determinação de vazão da seção [4,5].

As torres de resfriamento são de extrema importância na indústria principalmente quando se correlaciona o volume resfriado pelo custo gerado por este processo, necessitam de baixo investimento financeiro relacionado aos ganhos obtidos na preservação dos equipamentos por ela resfriados alongando as janelas para as paradas de manutenção e reciclando um dos principais consumíveis utilizados para obtenção do resfriamento, neste caso a água. As mesmas foram criadas com o intuito de atender as indústrias que precisavam de água para resfriar seus maquinários. São

equipamentos utilizados para o resfriamento de água industrial, como as provenientes de condensadores de usinas de geração de potência, ou de instalações de refrigeração e trocadores de calor [6].

O projeto de uma torre de resfriamento parte dos valores da vazão e da temperatura da água a ser resfriada. Então, uma vez especificada a geometria da torre em termos de suas dimensões e tipo de enchimento, o funcionamento adequado dependerá do controle da vazão. Em termos de insumo energético, a torre demandará potência para fazer escoar a água, sendo que o enchimento da torre é um elemento que introduz perda de carga e a água deverá ser bombeada até o ponto de aspersão. Os três principais instrumentos de controle do processo de funcionamento de uma torre de resfriamento são o medidor de nível de seu reservatório, a válvula de controle para seu abastecimento de água e a medição de vazão através de uma placa de orifício.

Devido as vantagens e desvantagens proporcionadas pela placa de orifício devido à perda de carga, existe a necessidade de um estudo da mesma quando se pretende utilizá-la em um projeto. O presente trabalho tem como objetivo os cálculos envolvidos na utilização da placa de orifício em um sistema hidráulico construído através de um protótipo e comparando os resultados obtidos com os dados teóricos. Será apresentado neste trabalho o quão é importante uma torre de resfriamento para qualquer seguimento industrial demonstrando sua manutenibilidade, rendimento, perda de carga e operacionalidade.

A proposta do presente trabalho consiste em estudar uma torre de resfriamento do tipo contracorrente com ar úmido para cima e seus principais instrumentos, calculando a vazão e a perda de carga.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Esta pesquisa classifica-se como explicativa tendo como preocupação central identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos [8]. Trata-se também de uma pesquisa aplicada, já que os conhecimentos adquiridos são utilizados para a aplicação prática. Os cálculos foram realizados através da bibliografia pesquisada e da montagem do protótipo descrito na Figura 1.

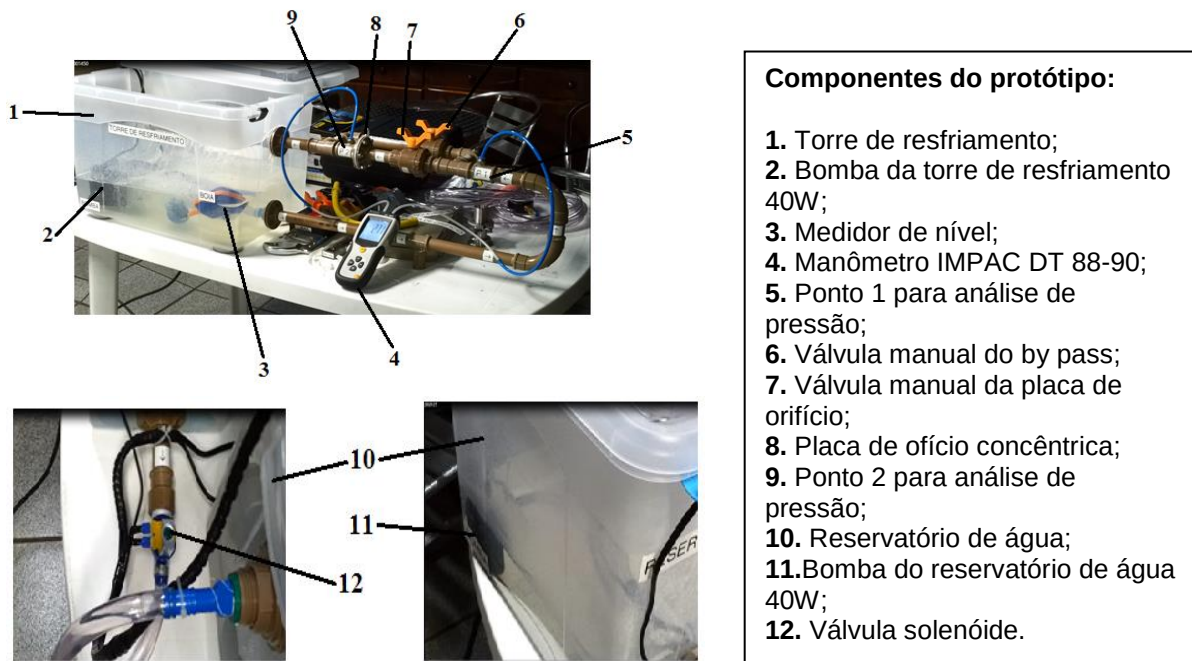


Figura 1. Protótipo Torre de Resfriamento – foto gerada pelo autor.

O estudo foi estruturado conforme Figura 2.

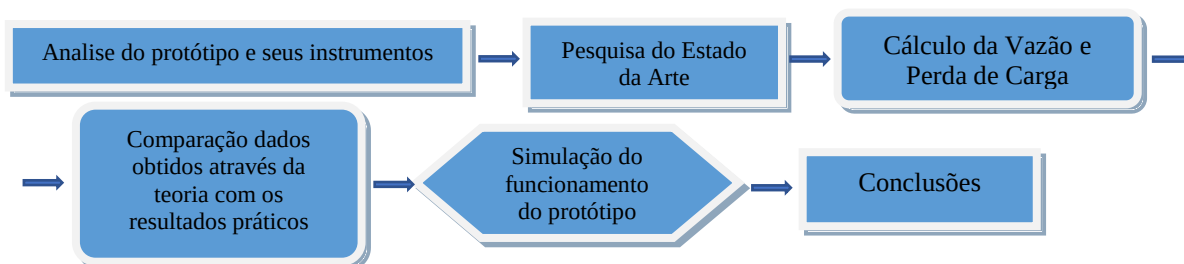


Figura 2. Estrutura metodológica de trabalho – fluxograma criado pelo autor.

3. CÁLCULO DA VAZÃO E DA PERDA DE CARGA

A vazão " Q " é expressa pelo produto entre a velocidade de escoamento " v " e a área da seção transversal " A " do tubo, conforme Equação (1), onde a velocidade de escoamento é a velocidade na qual um fluido (ou líquido) se desloca num determinado conduto ou dispositivo hidráulico, aberto ou fechado. Um fluido é energizado para deslocar-se do ponto "A" para o ponto "B", atingindo determinada velocidade de escoamento, que pode ser conseguida através de energia pela força da gravidade, para fluidos sujeitos a pressão atmosférica e/ou escoamento em conduto forçado, para fluidos sujeitos a pressões superiores a pressão atmosférica. A Unidade adotada para estabelecer-se a velocidade de escoamento, geralmente é em (m/s) metros por segundo.

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

A velocidade do fluido é obtida pela equação da lei de conservação da massa e da energia. A lei da conservação da massa aplicada a dois pontos 1 e 2 de uma linha de corrente resulta na Equação (2).

$$\dot{m} = \rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2 \quad (2)$$

Definindo-se $\beta = D_2/D_1$, sendo a relação entre os diâmetros da tubulação nos pontos 1 e 2, tem-se a equação (3) a partir da Equação (2).

$$v_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1} \beta^2 v_2 \quad (3)$$

A velocidade é dada, pela Equação (4) que relaciona a pressão antes da placa de orifício P_1 e depois P_2 e do diâmetro interno do tubo D_1 , o diâmetro da placa de orifício D_2 e ρ a massa específica do fluido. A lei da energia para escoamentos permanentes, incompressíveis ($\rho_1 = \rho_2 = \rho$), adiabáticos e sem atrito é dada pela equação de Bernoulli. Introduzindo o resultado a última equação.

$$v = \left[\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left(1 - \frac{D_2^4}{D_1^4} \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

No cálculo da placa de orifício, conforme Equação (5) o $CE\beta$ é o coeficiente de vazão, o Fa é o coeficiente de dilatação térmica do elemento primário, D o diâmetro interno da tubulação, ΔP a pressão diferencial, ρ_p a massa específica do fluido à temperatura de projeto e ρ_L a massa específica do fluido à temperatura de leitura.

$$Q = 0,012516 \cdot CE\beta^2 \cdot Fa \cdot D^2 \cdot \frac{\sqrt{\Delta P \cdot \rho_p}}{\rho_L} \quad (5)$$

A perda de carga será determinada pela equação (6), onde V_t descreve a velocidade no tubo, g é a aceleração da gravidade, f o fator de atrito, L o comprimento equivalente na tubulação, D o diâmetro interno da tubulação, K_s o coeficiente de perda de carga singular, A_p a área de seção transversal da placa de orifício, A_t a área da seção transversal do tubo e ΔP a velocidade na placa de orifício.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{Vt_1^2}{2g} + h1 + \frac{Nb \times \mu}{Q \times \gamma} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{Vt_2^2}{2g} + h2 + Ht + \left(f \times \frac{L}{D} \times \frac{Vt^2}{2g} \right) + \left(Ks \times \frac{Vt^2}{2g} \right) + \left\{ \left[\frac{1}{\left(\frac{A_p}{A_t} \right)^2} - 1 \right] \times \frac{Vp^2}{2g} \right\} \quad (6)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada a identificação das conexões utilizadas no protótipo conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Conexões Utilizadas no Protótipo

<i>Tipo</i>	<i>Comprimento</i>	<i>Comprimento Equivalente</i>
Trecho na vertical	0,08	0,08
Trecho na horizontal	1,55	1,55
Válvula	-/-	9,5
Curva de 90°	-/-	1,0
Registro Esfera Aberta	-/-	0,2
TOTAL = 12,33 metros		

Com as Tabelas 2 e 3 encontrou-se o diâmetro da tubulação em função da vazão de água.

Tabela 2 – Parâmetros máximos para seleção da tubulação de água – [9] Archibald J. Mancityre

Diâmetro do Tubo		Sistema Fechado			Sistema Aberto		
(mm)	(in)	Vazão (m³/h)	Velocidade (m/s)	Perda (%)	Vazão (m³/h)	Velocidade (m/s)	Perda (%)
19	3/4"	1,5	1,2	10	1,0	0,8	10
25	1"	3	1,5	10	2,2	1,1	10
32	1.1/4"	6	1,7	10	4	1,2	10
38	1.1/2"	9	1,9	10	6	1,3	10
50	2"	17	2,2	10	12	1,6	10
65	2.1/2"	28	2,5	10	23	2,1	10
75	3"	48	2,8	10	36	2,1	10
100	4"	90	3,1	9	75	2,5	10
125	5"	143	3,1	7	136	2,9	10
150	6"	215	3,2	5,5	204	3,1	9

Tabela 3 – Tubos PVC rígidos – [9] Archibald J. Mancityre

Diâmetro nominal		D _I	D _E	Espessura	Área interna
mm	in	mm	mm	mm	mm²
16	3/8	13	16	1,5	132,73
20	1/2	17	20	1,5	226,98
25	3/4	21,6	25	1,7	366,44
32	1	27,8	32	2,1	606,99
40	1 1/4	35,2	40	2,4	973,14
50	1 1/2	44	50	3,0	1520,53
60	2	53,4	60	3,3	2239,61
75	2 1/2	66,6	75	4,2	3483,68
85	3	75,6	85	4,7	4488,84
110	3/8	97,8	110	6,1	7512,21

A Tabela 4 relaciona o diâmetro nominal e a equivalência em metros da canalização.

Tabela 4 – Comprimentos equivalentes em metros de canalização, para cálculo das perdas de cargas localizadas – [9] Archibald J. Mancityre

Conexão	Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização									
	Materiais	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Curva 90°	PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9
	Metal	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1
Curva 45°	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
Joelho 90°	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9
	Metal	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2
Joelho 45°	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5
	Metal	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9
Tê de passagem direta	PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3
	Metal	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7
Tê de saída lateral	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
Tê de saída bilateral	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
União	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25
	Metal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Saída de canalização	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9
	Metal	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0
Luva de redução	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,36	0,64	0,71	0,78	0,9	1,07
Registro de gaveta ou esfera aberto	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9
Registro de globo aberto	Metal	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0
Registro de ângulo aberto	Metal	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0
Válvula de pé com crivo	PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8	37,4
	Metal	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	23,0	30,0
Válvula de Retenção	H*	Metal	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	10,4
	V*	Metal	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	16,1

H- Horizontal e V - Vertical

No cálculo de vazão, o equacionamento busca estabelecer uma relação da vazão com a diferença de pressão medida através do micro manômetro, onde foram feitas diversas leituras e chegando-se a uma média. As expressões da vazão teórica para um fluido ideal, num escoamento adiabático e sem atrito, são obtidas pela aplicação das equações da continuidade e de Bernoulli, para a situação apresentada e a equação da energia. Combinando os resultados numa expressão para a velocidade na descarga de obstrução em função da diferença de pressão, conforme Equação (2) tem-se:

$$v = 1,415 \text{ m/s}$$

Ao encontrar a velocidade do fluido, pode-se denominar sua vazão ideal através da Equação (1):

$$Q_{ideal} = 0,0278 \text{ L/s}$$

Essa expressão é imprecisa, pois não leva em conta o atrito do escoamento. Para contornar a situação, emprega-se K é um coeficiente adimensional que depende do número de Reynolds de aproximação, isto é, calculado com velocidade de aproximação e da relação D1/D2.

$$Re = 29420,79$$

Para o cálculo da vazão real utilizou-se o diagrama de *Moody* para relacionar o número de Reynolds ao fator de fricção e assim ser possível determinar um fator de correlação entre o real e o ideal.

$$Q_{real} = 0,016 \text{ L/s}$$

Sabendo que a perda de carga representa a energia perdida pela unidade de peso do fluido quando este escoar, foi possível calcular a mesma do protótipo, onde a vazão é calculada através de uma placa de orifício e deseja-se saber a perda de carga total envolvida no sistema. Para isso, esta perda pode ser dividida em distribuída, localizada e a própria perda causada pela placa de orifício.

A perda de carga localizada foi calculada através dos coeficientes de perda de carga singular (K_s) envolvidos no sistema, sendo a do cotovelo de 90° igual à 0,9, a da válvula igual à 0,2, a da passagem em “T” igual à 0,8 e no ponto de medição de pressão igual à 0,2.

Através da Equação (5) calculou-se a perda de carga localizada, sendo a Tabela 5 a descrição de cada termo da equação.

$$Hl = K_s \times \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

Tabela 5 – Perda de Carga Localizada.

Hl	Perda de carga localizada	
K_s	Coefficiente de perda de carga singular	Adimensional
V	Velocidade do líquido refrigerante	m/s
g	Aceleração da gravidade (9,8m/s ²)	m/s ²

$$Hl = 0,408m$$

Através da Equação (6) calculou-se a perda de carga distribuída, sendo o comprimento total da tubulação de 2,40 metros e a Tabela 6 a descrição de cada termo da equação.

$$Hd = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

Tabela 6 – Perda de Carga Distribuída.

Hd	Perda de carga distribuída	
L	Comprimento Equivalente da tubulação	m
D	Diâmetro Interno da Tubulação	m
V	Velocidade do líquido refrigerante	m/s
g	Aceleração da gravidade (9,8m/s ²)	m/s ²
f	Fator de atrito	Adimensional

$$Hd = 0,456m$$

Através da Equação (7) calculou-se a perda de carga na Placa de Orifício, e a Tabela 7 a descrição de cada termo da equação.

$$Hp = \left[\frac{1}{\left(\frac{A_p}{A_t} \right)^2} - 1 \right] \times \frac{v_p^2}{2g} \quad (7)$$

Tabela 7 – Perda de Carga na Placa de Orifício.

Hp	Perda de carga na placa de orifício	
g	Aceleração da gravidade (9,8m/s ²)	m/s ²
Ap	Área da seção transversal da placa de orifício	m ²
At	Área da seção transversal do tubo	m ²
Vp	Velocidade na placa de orifício	m/s

$$HP = 30,75m$$

A perda de carga total do sistema é dada pelo somatório das perdas de cargas parciais, conforme Equação (8).

$$H_t = H_l + H_d + H_p \quad (8)$$

$$H_t = 32,579 \text{ m ou } 310,274 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Para o dimensionamento da placa de orifício foi utilizada a equação (3), onde identificou-se cada termo:

$$Q_u = 0,4906 \text{ L/s}$$

$T_p = 20^\circ$ Temperatura de operação

$\mu_p = 1,002$ (10⁻³ N.s/m²) Viscosidade Absoluta à Temperatura de Operação

$D_i = 0,021$ mm

$\delta_p = 0,9982$ (Densidade Relativa da água a 20 °)

$\delta_L = 0,9970$ (Densidade Relativa da água à 25 °)

$\Delta P = 1000$ KPA

FA = 1,001

Foi preparada a Equação de trabalho a fim de obter o coeficiente de vazão.

$$CE\beta^2 = \frac{Q_{max} \cdot \rho_L}{0,012516 \cdot Fa \cdot D^2 \cdot \sqrt{\Delta P \cdot \rho_p}}$$

A Vazão máxima de Leitura deve ser escolhida de tal forma que 70 % dessa vazão represente 50% da pressão diferencial máxima.

$$Q_{usual} = 0,7 \cdot Q_{max}$$

Portanto:

$$Q_{max} = 0,7008 \text{ L/s}$$

O ΔP que é o diferencial de pressão tem-se através da medição de antes e de depois da placa de orifício que é de 1000 KPA, medido através do micro manômetro.

O Diâmetro interno da tubulação é de 0,021 mm ou $2,1 \times 10^{-5}$ m

O Fator de Dilatação da placa de orifício em função da temperatura e do material é dado, sendo para uma T=20 ° e material teflon:

$$FA = 1,001$$

Para obter as massas específicas será necessário multiplicar as densidades pela massa específica da água, sendo a mesma de 1000 kg_m/m^3 :

$$\begin{aligned} \rho_p &= 998,2 \text{ kg}_m/\text{m}^3 \\ \rho_L &= 997 \text{ kg}_m/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Calculando o Coeficiente de Vazão:

$$CE\beta^2 = 4,006 \times 10^{-11}$$

Calculando o Diâmetro:

$$D = 3,7492 \text{ mm}$$

5. CONCLUSÃO

Analisou-se o funcionamento de uma torre de resfriamento de contracorrente com evaporação de ar úmido para cima e seus principais instrumentos e equipamentos. Para obter melhores resultados para a hipótese levantada, foi confeccionado um protótipo que simulou o funcionamento da torre de resfriamento. A partir dos cálculos realizados e com os dados de diferença de pressão obtidos no protótipo com o auxílio de um micro manômetro digital, pode-se calcular a velocidade do fluido e em seguida a vazão ideal do mesmo. Mas, como nenhum fluido escoar sem perdas por atrito, realizaram-se os cálculos de vazão incluindo um coeficiente adimensional de perda para placa de orifício. Ao comparar a vazão ideal e a vazão real, tem-se uma diferença notável dos resultados. Conclui-se então, que ao incluir diversas variáveis que podem existir em um sistema qualquer, pode-se chegar, assim, o mais próximo possível de situações reais. A simplicidade do circuito foi claramente evidenciada, juntamente com o retorno da eficiência. O principal foco nos testes com o protótipo foi confirmar a teoria de Bernoulli onde demonstra a diferença de pressão entre duas tomadas, tendo entre ambas uma placa reduzindo o diâmetro do duto e provocando o aumento da velocidade do fluido, é possível obter a vazão do mesmo.

O objetivo geral de contribuir para o aprendizado de acadêmicos no que se refere ao conhecimento básico do funcionamento de uma torre de resfriamento também foi alcançado.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo programa de iniciação científica do Centro Universitário Geraldo di Biase - PIC-UGB.

7. REFERÊNCIAS

- [1] GOMES, C. C. G. Torres de Resfriamento de Água. Revista Oficina do Frio, 1997.
- [2] BRUM, H. Dimensionamento de uma placa de orifício, Revista REBEQ, 2011.
- [3] VELASCO, D.W., COOK, J.M. “Medição de Velocidade do Escoamento em Rios e sua Aplicação em Sistemas de Alerta”, 2011.
- [4] CHIU, C.L. Entropy and 2-D velocity distribution in open channels, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE. V114, n7. p.738-756, july. 1988.
- [5] MINEI, N. Um método expedito para a medição de vazão em rios e canais abertos. Tese doutorado. São Paulo: escola politécnica da universidade de São Paulo. 123p. 1999.
- [6] VETTOR. Vídeo de palestra proferido pelo presidente da fabricante VETTOR. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=63hCiWzer04>. Acesso em 2016.
- [7] LA SALLES JUNIOR, J.B. Influência de parâmetros dimensionais e geométricos em placas de orifício na determinação da vazão. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Brasil, 2010.
- [8] GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social, Editora Atlas, SP, 1999.
- [9] MACINTYRE J. M. Equipamentos Industriais de Processo : LTC Editora 1997

8. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores deste artigo são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

CALCULATION THE FLOW AND HEAD LOSS IN A WATER COOLING TOWER

Luiz Carlos de Andrade Ribeiro Junior, luiz.ribeirojunior@globomail.com¹

Matheus de Carvalho Queiroz, matheus94cq@hotmail.com¹

Jorge Luiz Werneck Junior, jorgemecanica92@hotmail.com¹

¹Centro Universitário Geraldo di Biase CUGB, Rodovia Benjamim Ielpo, Km 11, CEP 27101-090, Barra do Piraí, RJ, Brasil

Abstract: The search for new technologies and cost reduction with maintenance has encouraged the research and development of flow techniques and calculations on the head loss caused by geometry, types of equipment and instruments. In this paper, the calculation of flow and head loss in a cooling tower of countercurrent with exhaust of humid air upwards, verifying the performance constituted by the same one. A pilot unit was built, consisting of pumps, one for the reservoir and the other for the cooling tower, 40Watts each, a level meter, an IMPAC DT 88-90 manometer, three valves being one bypass, one for the plate (PO) and one for solenoid, one Concentric Orifice Plate (POC) and water reservoirs. Practical tests relating the performance of the prototype to the existing theoretical part were performed and the POC enabled the measurement of flow in the circuit, providing the pressure difference collected through the digital manometer. It was verified that the flow rate of 0.0278 L / s would be ideal for the circuit, but in the tests the calculated real was 0.016 L / s due to the total loss of load equivalent to 32.579 m, which yielded a yield of 57%, confirming that there is loss when using this type of POC. With this work, the didactics was improved in the demonstration of the basic operation of a Cooling Tower and the correlation with the application of an OP for flow measurement. Another gain is in the context of future PO comparisons.

Keywords: water cooling tower, flow, head loss, orifice plate.