

## Utilização de Sistema de Gestão e Monitoramento em Sistemas de Aquecimento de Piscinas

Mori Escola de Natação – Unidade Morumbi

CHAGURI JUNIOR, José Jorge Chaguri (M.Sc. Energia) – [chaguri@chaguriconsult.com.br](mailto:chaguri@chaguriconsult.com.br) – (11) 5082-5067

CHAGURI, Fernando Gauditano (Eng° Químico) – [fernando@chaguriconsult.com.br](mailto:fernando@chaguriconsult.com.br) – (11) 5082-5067

NAUFAL, Rodrigo (Direção Mori Escola de Natação - [rodrigo.naufal@mori.com.br](mailto:rodrigo.naufal@mori.com.br) – (11) 3744-1221

NAUFAL, Marco (Direção Mori Escola de Natação)

### Resumo

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise, verificação e avaliação do desempenho do sistema de aquecimento indireto a gás de piscina antes e depois da substituição do trocador de calor placas brasadas. Com a utilização do sistema de Monitoramento e Gestão Remota de temperaturas e com relatos da operação da Escola foi possível identificar as condições de eficiência na troca de calor e a dificuldade para a obtenção das temperaturas desejadas pelo cliente. Com a substituição do trocador de calor foi observado uma queda no tempo de funcionamento do aquecedor de passagem e maior velocidade no processo de aquecimento.

### Introdução

Desde setembro de 2020 a Escola de Natação Mori (unidade Morumbi) realiza o monitoramento remoto das temperaturas das piscinas e dos seus sistemas de aquecimento com o objetivo de avaliar a atual situação e oportunidades de melhorias para aumento da eficiência de seus equipamentos. Para realização deste monitoramento foram instalados sensores de temperatura em locais estratégicos da instalação para verificação do funcionamento do sistema e as condições operacionais.

O sistema de aquecimento atualmente disponível para aquecimento da piscina PA, consiste basicamente em uma bomba auxiliar, um trocador de calor, um conjunto de aquecedores de passagem e um controlador de temperatura, conforme representado na Figura 1.

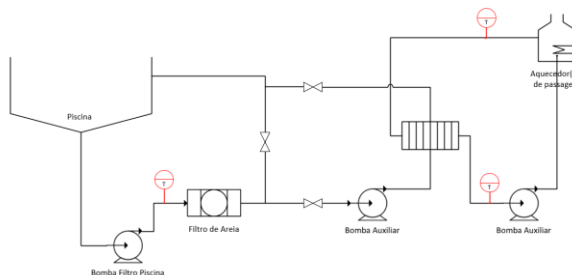


Figura 1 - Desenho esquemático de funcionamento do sistema de aquecimento de piscina e posição das medições de temperatura

Componente	Marca/Modelo	Capacidade
Piscina	n/a	93 m <sup>3</sup>
Bomba auxiliar piscina	Darka CA-5	10,8 m <sup>3</sup> /h @ 18 mca
Bomba aquecedores	Rinnai 120W	29 L/min máx.
Trocador de Calor	Apema	KO7-44
Aquecedor 1	Rinnai 304	51.772 kcal/h
Aquecedor 2	Rinnai 304	51.772 kcal/h

Tabela 1 - Lista de equipamentos instalados

Da lista de equipamentos citadas na Tabela 1, somente um dos aquecedores de passagem permanece em constante funcionamento enquanto o segundo fica disponível em *stand-by*, para acionamento em caso de defeito no aquecedor principal. O trocador de calor (modelo e marca) refere-se ao equipamento antes da substituição.

Nos meses de maio e junho de 2021, após a retomada das atividades de academias na cidade de São Paulo, parcialmente paralisadas em função da pandemia da COVID-19, foi percebido um aumento no tempo de funcionamento do sistema de aquecimento da piscina denominada como média adulta (PA) assim como um aumento do tempo necessário para a obtenção da temperatura da piscina.

Dessa forma iniciaram os estudos e investigações para identificar se algum componente estaria contribuindo negativamente para o desempenho do sistema.

### Resultados:

Para avaliação do sistema foram levantados os dados operacionais nos primeiros meses após a retomada das aulas e comparado estas informações com algumas limpezas realizadas no trocador de calor.

Conforme relatos da equipe de manutenção, foi verificado um aumento na temperatura de retorno dos aquecedores causando a redução da potência dos queimadores e em alguns casos o desligamento automático do equipamento como dispositivo de proteção térmica.

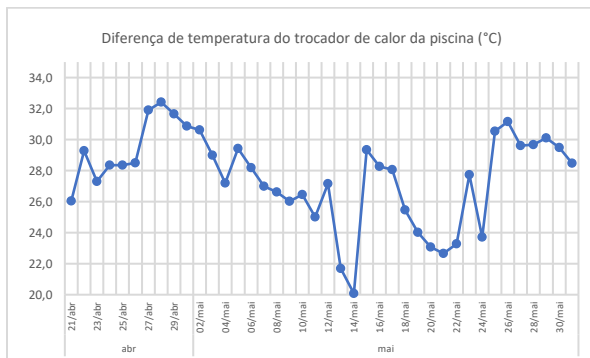


Gráfico 1 - Diferença de temperatura entre entrada e saída do trocador de calor do lado primário (°C)

Conforme Gráfico 1, é verificado um decréscimo constante na diferença de temperatura entre a entrada e saída do trocador de calor (do lado primário), indicando redução na capacidade de troca térmica. Os aumentos repentinos dos valores encontrados no gráfico são em função da limpeza (retrolavagem) do trocador, realizado pela equipe de

manutenção, porém resultando de aumento de desempenho temporário.

Através destes dados e dos relatórios da manutenção de que o material expelido durante a limpeza do trocador se assemelha à ferrugem, foi recomendado ao cliente a substituição do trocador de calor onde foi feito o acompanhamento da mudança operacional que esta intervenção causou.

Para análise das mudanças de comportamento do sistema antes e depois da substituição do trocador de calor, foram analisados dois cenários diferentes, conforme descrito abaixo:

**Aquecimento Inicial:** Ocorre o primeiro aquecimento das piscinas após o fechamento da escola aos sábados (ou pós feriados) para que estejam prontas para a primeira aula da segunda-feira.

**Aquecimento de manutenção:** Ocorre durante a semana e tem como objetivo manter a temperatura da piscina dentro dos valores de temperatura programado.

A substituição do trocador ocorreu no dia 18 de junho de 2021. Dessa forma, para avaliação do cenário *Aquecimento Inicial*, foram selecionados seis domingos anteriores à intervenção e seis domingos após a intervenção. Foram avaliados os dados iniciados no Domingo às 00:00 até Segunda-feira às 07:00.

Aquecimento Inicial		
Domingo das 00:00 - Segunda-feira 07:00		
Data	Tempo Ligado	Tempo Desligado
09/05/21	10:34:17	0:01:39
16/05/21	11:30:27	0:03:08
23/05/21	10:46:09	0:01:18
30/05/21	10:54:59	0:15:28
06/06/21	11:54:57	0:02:23
13/06/21	11:49:16	0:01:50
Média	11:15:01	0:04:18
20/06/21	8:07:00	3:35:59
27/06/21	8:00:59	3:32:42
04/07/21	8:36:01	4:23:07
11/07/21	10:07:59	2:17:40
18/07/21	8:31:59	4:10:46
25/07/21	8:29:00	4:07:01
Média	8:38:50	3:41:12

Tabela 2 - Dados de funcionamento dos aquecedores antes e depois da substituição do trocador de calor – Cenário: Aquecimento Inicial

Para avaliação do cenário *Aquecimento de Manutenção*, foram avaliados os dados iniciados na segunda-feira às

07:00 até sábado às 12:00 de 6 semanas antes da substituição e 5 semanas depois da substituição.

Aquecimento Manutenção		
Segunda-feira 07:00 - Sábado 12:00		
Data	Tempo Ligado	Tempo Desligado
10/05/21	71:22:55	9:06:39
17/05/21	66:29:58	13:56:22
24/05/21	68:55:53	12:59:04
31/05/21	52:37:08	12:42:12
07/06/21	57:54:38	20:20:14
14/06/21	67:31:55	13:57:15
<b>Média</b>	<b>64:08:45</b>	<b>13:50:18</b>
21/06/21	45:43:09	29:46:57
28/06/21	55:41:27	26:15:41
05/07/21	42:22:48	34:58:14
12/07/21	44:54:56	36:53:10
19/07/21	53:26:29	28:30:36
<b>Média</b>	<b>48:25:46</b>	<b>31:16:56</b>

Tabela 3 - Dados de funcionamento dos aquecedores antes e depois da substituição do trocador - Cenário: Aquecimento de Manutenção

Para completar a análise do cenário Aquecimento de Manutenção foi avaliado o tempo de funcionamento dos aquecedores em duas quarta-feira selecionadas, antes e depois da substituição, onde foi verificado também a diferença de temperatura entre entrada e saída do trocador do lado primário.

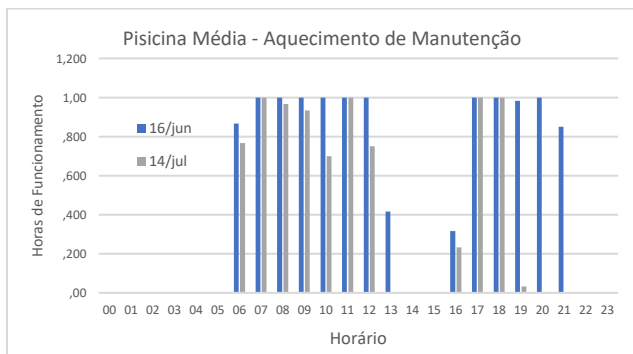


Gráfico 2 - Comparação das horas de funcionamento entre dois dias antes e depois da substituição do trocador

Conforme observado no Gráfico 2, após a substituição do trocador de calor, houve uma redução no tempo necessário de aquecimento da piscina observado principalmente no horário após às 19:00, enquanto com o trocador antigo era necessário até as 21:00 para completar o aquecimento. No dia 16 de junho, foi totalizado 12,43 horas para completar o aquecimento. No dia 14 de julho foram necessárias 8,38 horas.

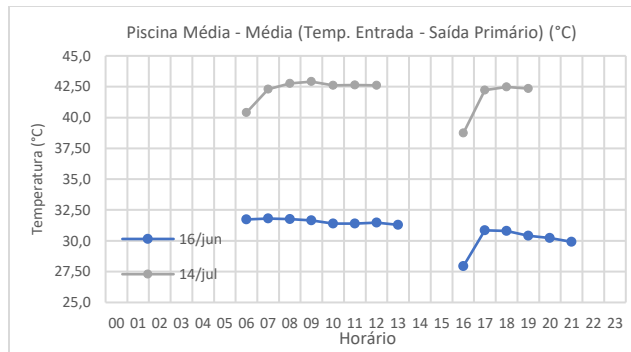


Gráfico 3 - Média por hora da diferença de temperatura de entrada de saída do trocador de calor (°C)

O Gráfico 3 demonstra que antes da substituição a diferença entre a temperatura de entrada e saída do trocador se manteve na faixa entre 30 e 32°C. Após a substituição as diferenças de temperatura forma maiores, ficando entre 40 e 42°C.

É importante ressaltar que nenhuma alteração nas configurações dos aquecedores foi realizada, dessa forma as condições de temperatura de trabalho destes equipamentos se mantiveram iguais nas duas comparações.

### Conclusão:

Através dos dados analisados foi possível contabilizar os ganhos obtidos com a substituição do trocador de calor da piscina denominada média adulta (PA) e também registrar os parâmetros operacionais de um trocador novo para melhorar o acompanhamento de desempenho do equipamento ao longo de sua vida útil.

Com relação ao *Aquecimento Inicial* da piscina foi observado uma redução de cerca de **23%** no tempo em que o aquecedor de passagem permaneceu ligado.

Com relação ao Aquecimento de Manutenção da piscina foi observado uma redução de cerca de **24%** no tempo em que o aquecedor de passagem permaneceu ligado.

Foi observado um aumento de cerca de **33%** na capacidade de troca térmica com o novo trocador de calor.

O Sistema de Monitoramento e Gestão de Temperaturas foi importante para diagnóstico e acompanhamento do

desempenho, assim como contabilizar os ganhos e melhorias obtidas nas intervenções realizadas no sistema e na cria o de dados de linhas de base operacionais.

Sugere-se que, com estes dados, seja acompanhado o diferencial de temperatura de entrada e saída para

identificar possíveis sujeiras, fugas de areia ou corrosão/incrusta o que possam prejudicar o desempenho do sistema e auxiliar na tomada de decisão de limpeza e/ou substitui es dos trocadores de calor.