



RECAPACITAÇÃO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO DE ÁGUA*

Samuel Vasconcellos¹

Resumo

É comum um sistema de resfriamento de água por meio de torres de resfriamento perder performance ao longo de sua vida útil e começar a se tornar um limitante de capacidade para o processo. Nestes casos, o mesmo pode sofrer manutenção e até retomar sua capacidade original. Entretanto, ocasionalmente esta manutenção se torna inviável, pelo impacto gerado na disponibilidade das operações ligadas a este sistema. Este foi o caso deste projeto, onde a solução adotada foi a adição de uma célula às duas existentes na torre de refrigeração, atingindo uma performance melhor que a nominal no sistema como um todo.

Palavras-chave: Torre de resfriamento; Manutenção.

REVAMPING CAPACITY OF COOLING WATER SYSTEMS

Abstract

It is usual that cooling water systems composed of cooling towers can lose performance in a lifetime, turning into a process restriction. In such cases, generally a maintenance procedure can be an effective solution. Nevertheless, this turnaround turns to be not viable for the availability impact to the operations tied to that refrigeration system. This is exactly the case of this project, in which the solution adopted was the addition of a new cooling tower cell to the two existent ones, resulting in a higher performance to the overall system.

Keywords: Cooling tower; Approach.

¹ *Engenheiro Elétrico, Gerente de Produtividade, Produtividade, Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Americana, SP, e Brasil.*

** Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.*



1 INTRODUÇÃO

Uma unidade de separação de ar é composta por diversos equipamentos, dentre eles uma vasta gama de compressores, os quais possuem trocadores de calor que visam resfriar os gases comprimidos nos estágios das mesmas. Além dos gases, a água resfria também o óleo lubrificante dos compressores, turbinas, etc. garantindo a confiabilidade dos processos a maior vida útil dos equipamentos.

Na maioria dos trocadores de calor a água é usada como agente refrigerante. Isso é feito em circuito fechado, compreendendo bombas e torres de resfriamento com ventilação forçada. As torres são instaladas sobre bacias que armazenam a água fria, que é bombeada ao processo, retirando calor nos equipamentos, aquecendo e retornando ao topo da torre, onde é pulverizada e resfriada em contato direto com o ar ambiente, caindo por gravidade na bacia de água fria.

A temperatura dos gases nos compressores influencia diretamente a sua performance, isto é, quanto menor, melhor será o desempenho da máquina. Portanto, busca-se sempre redução da temperatura da torre de resfriamento. No caso desse projeto foi adicionada uma nova célula para complementar o trabalho feito pelas duas já existentes na unidade.

No caso específico deste projeto, a torre existente na unidade era composta de duas células com ventilação forçada, tipo “cross flow”, situadas sobre uma bacia de concreto e com duas bombas de recirculação, 100% de capacidade cada. A torre operou por 10 anos. A água circulante foi constantemente tratada por meio de um sistema de dosagem automática de produtos químicos e monitoramento ‘on-line’ da qualidade, além de amostragem periódica para orientar a drenagem adequada, para manter a concentração dos sólidos em suspensão.

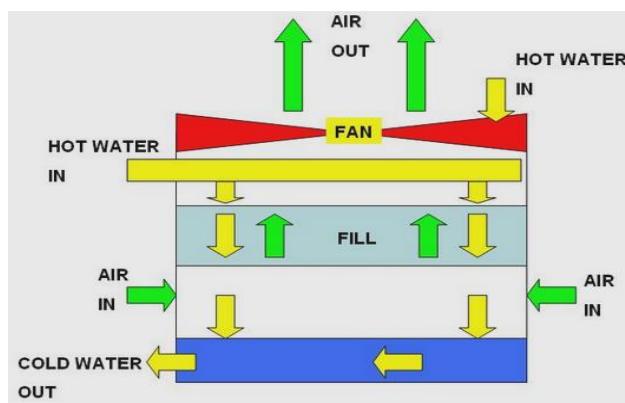


Figura 1: Esquemático de uma torre tipo “cross flow”.

A área onde as torres estão localizadas na unidade em questão, é considerada favorável, com baixo índice de sólidos suspensos no ar.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do projeto foi necessária a instalação de uma terceira célula na torre de refrigeração original da usina, mantendo a vazão de operação original:

As premissas para a concepção deste projeto foram:

- Utilização da bacia de concreto existente, sem ter que construir uma nova bacia para a nova torre

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



- Construir um sistema de direcionamento da água da nova célula para a bacia existente
- Dividir o fluxo de água das duas células existentes para as três células.
- Construir um novo “vent stack” para a nova célula.
- A capacidade da nova célula seria igual à de uma existente, podendo a partir do projeto, parar uma célula por vez sem prejuízo ao processo.

A foto abaixo mostra etapas finais da obra com a nova célula já em operação, acoplada às células da torre antiga.



Figura 2: Terceira Célula em operação

3 OBJETIVO

O objetivo final do projeto, além da flexibilidade criada para a manutenção, foi a redução da temperatura da água fria do sistema em aproximadamente 3 graus Célsius. Isso já seria suficiente para permitir operar as células duas a duas, parando as células antigas, uma por vez, para sofrer manutenção de grande porte com substituição de seu enchimento por um novo.

A partir de cálculos teóricos, programas de simulação e balanço energético do sistema, foi calculada uma redução potencial da temperatura da água fria em 3°C. Esta redução projetava uma redução no consumo de energia elétrica total da planta em 1% (um por cento).

Segue cálculo teórico utilizado como referência para projeção do consumo de energia elétrica nos equipamentos principais.

$$BHP = \frac{W \cdot Cp \cdot T_{in} \left[\left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right]}{42,42 \cdot \eta}$$

Equação 1: Cálculo da redução de energia

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A nova célula teve sua performance testada em conjunto com o fabricante e suas curvas de performance ajustadas para as condições ambientais do momento do teste, tendo performado dentro do esperado. O sistema como um todo somente teve sua performance otimizada após a manutenção dos internos das torres antigas, atingindo uma redução maior do que os 3 graus Celsius esperados inicialmente. Para confirmação de ganho do projeto, após o início da operação do projeto foi realizado um teste prático onde se parou a terceira célula da torre de refrigeração por um período de dois dias, procurando manter o processo o mais estável possível para comparação, sendo que foram levados em consideração dias com perfis de produção similares. Para ratificar os resultados o teste foi feito em dois períodos distintos, como vistos nas figuras 3 e 4.

Com a mudança foi possível observar redução esperada no consumo específico da unidade, isto é, o consumo unitário de energia em relação aos volumes produzidos, traduzido como kWh/m³ equivalente de produção.

A partir da comparação dos dados de consumo energético e produção, foi possível constatar a redução esperada no consumo de energia elétrica de aproximadamente 1%, mesmo estando em condições climáticas não favoráveis no momento dos testes devido a baixa temperatura ambiente, que limita a performance da torre de refrigeração.

Os gráficos a seguir ilustram claramente a redução na temperatura de água fria, isto é, aquela que sai da torre após o resfriamento.

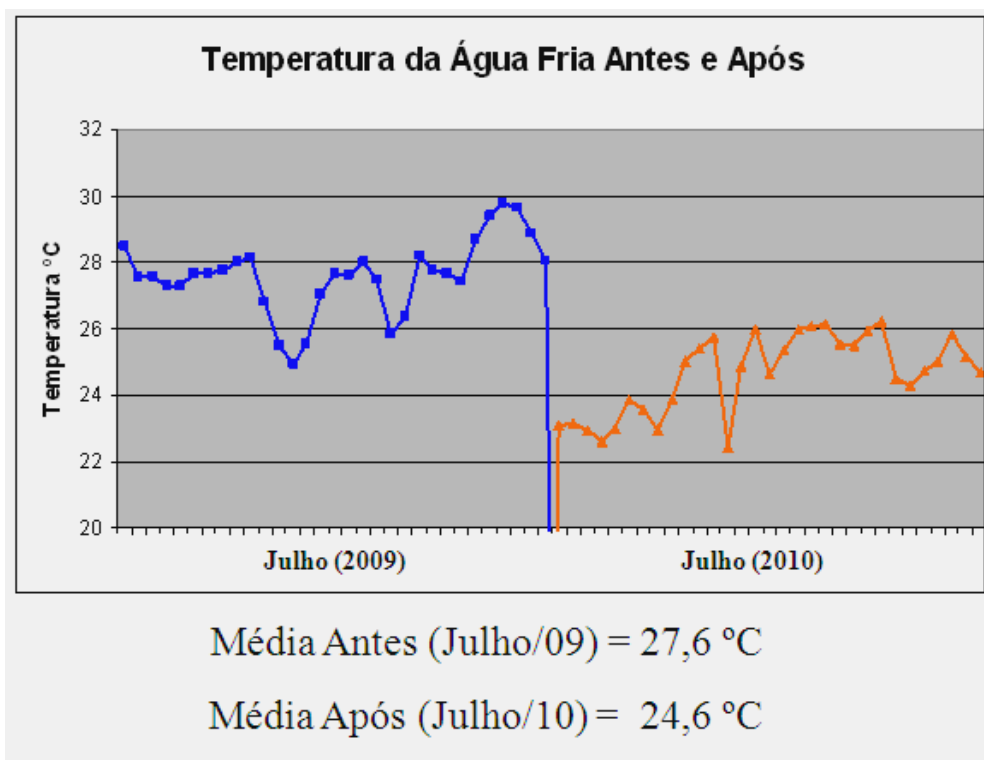
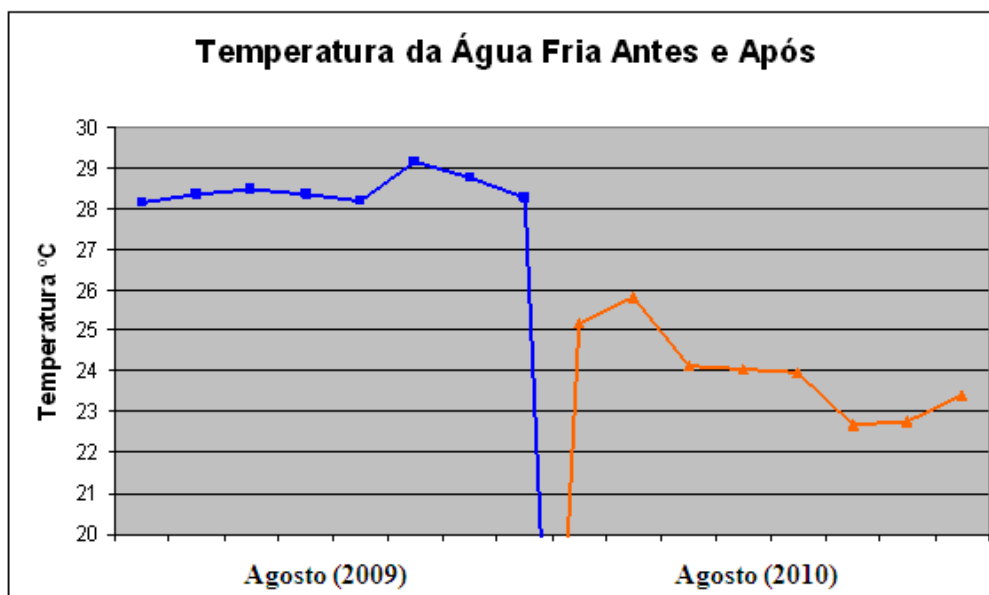


Figura 3: Redução de temperatura Julho

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



Média Antes (Agosto/09) = 28,4 °C

Média Após (Agosto/10) = 24,0 °C

Figura 4: Redução de temperatura Agosto

5 CONCLUSÃO

A partir do projeto atingiu-se um novo patamar operacional onde foram observados os seguintes benefícios: redução da temperatura de água fria do sistema de refrigeração; elevação da performance da torre de refrigeração; redução do consumo de energia elétrica da unidade; redução do consumo específico da unidade; elevação da confiabilidade da unidade em necessidade de manutenção em uma das células da torre de refrigeração.

Desde a implementação do primeiro projeto de adição de células a torres existentes, a White Martins já replicou o projeto em outras 3 unidades com plantas de separação de ar no Brasil em outras unidades da Praxair.

Agradecimentos

Agradecemos em especial aos Srs. Valter Martins (Supervisor de Produção) e Antonio Jose (Gerente de Unidade) que muito contribuíram na implementação do primeiro projeto.

REFERÊNCIAS

- 1 Cooling Tower Institute Manual.
- 2 UNIISIM Process Modeling Software.
- 3 Smith JM, Van Ness HC, Abbott MM. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. 7th ed. Boston: McGraw-Hill; 2005.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.