

## REFORMA DA TORRE DE RESFRIAMENTO DOS FORNOS DE PLACAS DO LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE DA CSN<sup>1</sup>

Sueli Aguiar Barros<sup>2</sup>

Cristiano Márcio Silva de Oliveira<sup>3</sup>

José Maria do Nascimento<sup>4</sup>

Deusmar de Jesus Lima da Costa<sup>5</sup>

### Resumo

Em muitos processos há necessidade de se remover carga térmica de um dado sistema, e usa-se na maioria dos casos, água como fluido de resfriamento. Devido a sua crescente escassez e preocupação ambiental, além de motivos econômicos, a “água quente” que sai destes sistemas, deve ser reaproveitada. Para tanto, ela passa por um equipamento que a resfria, em geral, uma torre de resfriamento, como a que temos na Casa de Bombas de Recirculação número 20 (CBR 20), que refrigera os fornos do Laminador de Tiras a Quente número 2 (LTQ#2). A Torre da CBR 20 foi montada em 1995, quando houve a modernização do sistema de resfriamento dos fornos de placa. Desde então, não foi realizado nenhuma reforma neste equipamento, apenas pequenas manutenções. Devido a tanto tempo operando continuamente, sem nenhuma intervenção, o estado do equipamento se encontrava bastante crítico, com elevadas perdas de água, não cumprimento das metas de resfriamento, queda de parte da sua estrutura e riscos eminentes de interferência nos fornos. Este trabalho descreve em detalhes o serviço de reforma da Torre de Resfriamento dos fornos do Laminador de Tiras a Quente número 2 (LTQ#2), ocorrido no período de agosto 2009 até fevereiro de 2010, realizado por nossa equipe. Além da garantia da reforma executada, foi visível a melhoria na qualidade da água de resfriamento que é distribuída aos fornos, impactando tremendamente na disponibilidade do equipamento e nos índices de produção e qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Torre de resfriamento; Laminador a quente; Reforma.

### REFORM OF THE COOLING TOWER THAT ATTENDS DE HOT STRIP MILL IN CSN

#### Abstract

In many process, when it is necessary to remove the thermal load of a system, water is used as the cooling fluid. Due to the water increasing scarcity, environmental concerns, and economic reasons, the “hot water” of these systems should be reused. To do so, it passes through a device that cools, in general a cooling tower, as the one we have in CBR 20 (Recirculation Pumps House number 20), that cools the furnaces of the hot strip mill number 2 (LTQ#2). The cooling tower of CBR 20 was built in 1995, when the cooling systems of the furnaces were up graded. Since then, no reform was performed in this equipment, only small maintenance. Due to the long time operating continuously, without any intervention, the condition of the equipment was very critical, with great water losses, not reaching the cooling targets, drop part of its structure and eminent risks of interference in the furnaces. This work describes in details the service of the reform of the cooling tower of the furnaces of the hot strip mill number 2, that happened between August of 2009 and February of 2010, and was performed by our team. Besides ensuring the reform implemented, the improvement in the quality of the cooling water that feeds the furnaces is visible, impacting tremendously in the availability of equipment and in the quality of the product.

**Keywords:** Cooling tower; Hot strip mill number 2; Reform.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 32º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 26º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 16 a 19 de agosto de 2011, Salvador, BA

<sup>2</sup> Engenheira de Produção da Gerência de Distribuição e Utilidades da Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda

<sup>3</sup> Supervisor de Operação da CBR #20 da Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda

<sup>4</sup> Líder de Manutenção da Gerência de Distribuição e Utilidades da Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda

<sup>5</sup> Inspetor de Manutenção da Gerência de Distribuição e Utilidades da Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda

## 1 INTRODUÇÃO

A Torre de Resfriamento da Casa de Bombas de Recirculação número 20 (CBR 20) foi implantada em 1995 com a modernização do sistema de resfriamento dos fornos de placa do Laminador de Tiras a Quente número 2 (LTQ#2).

Esta estação foi projetada para resfriar, tratar e recircular continuamente cerca de 4400 m<sup>3</sup>/h de água. Esta água é utilizada principalmente na refrigeração das paredes dos fornos de placas.

O grande problema encontrado no sistema de resfriamento, foi o estado que se encontrava a torre de resfriamento, já que vinha operando sem interrupção a praticamente 15 anos. Isto já vinha afetando a qualidade de água distribuída, além de estarmos operando com risco eminente de interferência nos fornos de placa, pois a temperatura da água a ser distribuída não estava atingindo os valores adequados. O objetivo deste trabalho é descrever com detalhes a reforma realizada na torre de resfriamento da estação e os ganhos obtidos.

## 2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UMA TORRE DE RESFRIAMENTO

Numa torre de resfriamento a principal contribuição para o resfriamento da água é dada pela evaporação de parte desta água que recircula na torre. A evaporação da água – transferência de massa líquida (água) para a fase gasosa (ar), causa o abaixamento da temperatura da água que escoam ao longo da torre de resfriamento.

Isso ocorre porque a água para evaporar precisa de calor latente, e esse calor é retirado da própria água que escoam pela torre. Vale lembrar que a transferência de massa da água para o ar ocorre porque as duas fases em contato tendem ao equilíbrio. A evaporação de parte da água é responsável por aproximadamente 80% do resfriamento da água. A diferença de temperatura entre o ar e a água é responsável pelos outros 20% do resfriamento.

O range de uma torre de resfriamento é definido como a diferença de temperatura da água quente (alimentação da torre) e água fria (saída da torre).

No caso da CBR 20, o range de projeto é de 15°C.

O desempenho da torre depende do tipo de recheio e das vazões de água e ar empregados.

No caso da CBR 20, usa-se recheio tipo grade e vazões de água de 4.400 m<sup>3</sup>/h.

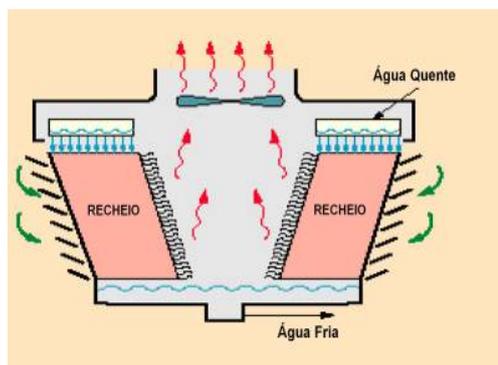


Figura 1. Princípio de funcionamento de uma torre de resfriamento.<sup>(1)</sup>

### 3 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA CBR 20

Os fornos de reaquecimento de placas são utilizados na preparação do material para um trabalho a quente. Sua função principal é elevar a temperatura dos produtos semi-acabados (placas) para sua deformação no processo de laminação.

Nos fornos de soleira caminhante – *Walking Beam*, como é o nosso, a carga é suportada pelos *skids*. Os *skids* são compostos de tubos revestidos de material refratário, por onde circula a água para refrigeração de todo conjunto. Alguns destes *skids* são fixos e outros móveis. É através dos *skids* móveis que a carga avança gradativamente ao longo do forno.

O forno em questão divide-se em quatro seções: recuperação, pré aquecimento, aquecimento e encharque (Figura 2). As placas são enforadas a temperatura ambiente (cerca de 32°C) e desenforadas depois de aquecidas a temperatura entre 1.080°C e 1.280°C.

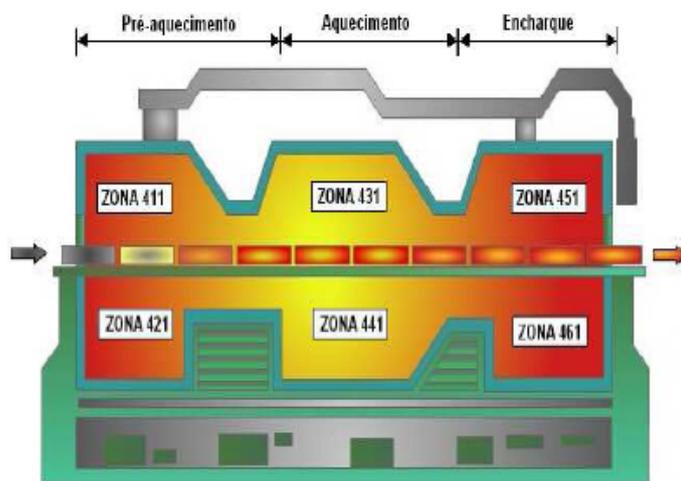


Figura 2. Esquema da estrutura do Forno de reaquecimento.

A torre da CBR 20, é responsável pela água de refrigeração dos quatro fornos de placa, atendendo 1.100 m<sup>3</sup>/h a cada forno. A torre em questão é do tipo contra corrente onde a água (em fluxo vertical descendente) é resfriada pelo ar em fluxo vertical ascendente. A tiragem do ar é do tipo mecânica induzida. Com o ventilador instalado na parte superior da torre, o ar é aspirado do meio ambiente e distribuído no interior da torre, onde ocorre, no enchimento de contato, a troca térmica entre os dois fluidos. Cada célula da torre tem um sistema de distribuição de água independente, formado por dois canais principais e 20 canais ramais equipados por 80 bocais espargidores de água. A temperatura de entrada na torre é igual a 64°C e temperatura de saída é igual a 49°C. A torre possui 06 células. Além da redução de temperatura, é realizado o tratamento químico com inibidor de corrosão, dispersante e biocida na água recirculada, a fim de garantir a integridade dos equipamentos por ela refrigerados.

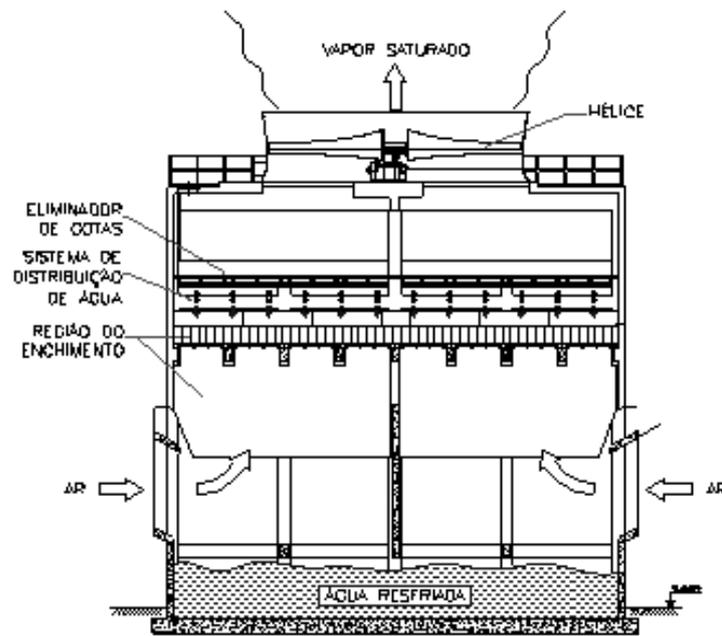


Figura 3. Esquema do funcionamento de uma célula da torre da CBR 20.<sup>(2)</sup>

#### 4 CONDIÇÕES DA TORRE DE RESFRIAMENTO ANTES DA REFORMA

A torre da CBR#20 encontrava-se em situação extremamente crítica, com alta perda de água para área externa da torre (Figura 4), má distribuição da água na parte interna das células (Figuras 5), provocando queda das grades de enchimento nas bacias (Figuras 6), e deficiência na refrigeração da água.



Figura 4. Perda de água para a área externa da torre.



**Figuras 5.** Distribuição inadequada de água no interior da torre.



**Figuras 6.** Queda das grades de enchimento no interior da torre.

Além disso, havia falta das venezianas na torre, prejudicando o fluxo de ar na torre e afetando a refrigeração e a sua estrutura estava comprometida, com pontos de corrosão e vazamentos (Figura 7).



**Figura 7.** Detalhe da célula sem venezianas e da estrutura da torre.

Devido as condições acima relatadas, os ventiladores da torre operavam em alta rotação, havendo constantes quebras e intervenções da manutenção.

Das seis células do projeto, havia uma célula inoperante, devido a quebra do seu exaustor.

O consumo de produtos químicos aplicados na torre (inibidor de corrosão, dispersante e biocida) também era acima do previsto, devido as altas perdas de água no sistema.

A temperatura da água de refrigeração para os fornos se encontrava acima da meta, conforme mostrado no gráfico da Figura 8, obrigando a estação trabalhar com o *make-up* (água de reposição) completamente aberto, consumindo água clarificada

cinco vezes mais do que o normal, aumentando os custos adicionais de operação da estação.

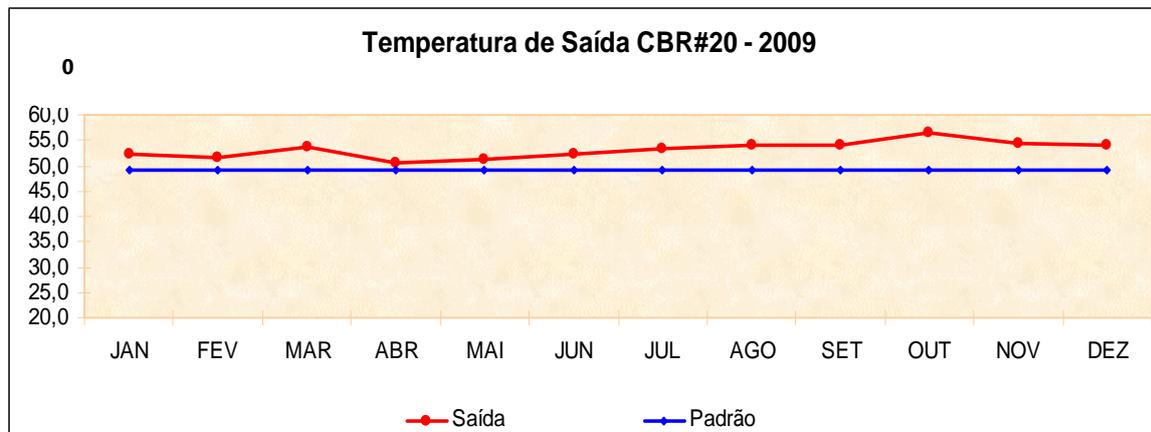


Figura 8. Temperatura da água distribuída aos fornos do LTQ2.

## 5 SERVIÇO EXECUTADO

Foi executado o serviço de reforma da torre, que englobou compra e substituição de:

- 6 conjuntos novos de enchimentos tipo grad;
- 6 conjuntos novos de suportes;
- 6 conjuntos novos de eliminadores de gotas;
- 1 conjunto novo de venezianas e limpeza e pintura dos já instalados;
- 6 conjuntos novos de bocais;
- 2 conjuntos novos de canaletas;
- todos os elementos de fixação (parafusos, porcas, arruelas) em aço inox; e
- 6 conjuntos novos de pás e moto redutores, balanceados e originais da fabricante Alpina.

Além disso, foi realizada a limpeza e a pintura externa da torre, colocando o equipamento em condições de novo.

O serviço teve a duração de 6 meses, e foi executado com a torre de resfriamento em operação, feito em uma célula da torre por vez. As fotos abaixo, mostram os serviços executados. (Figuras 9 e 10)



Figura 9. Execução do reparo.



Figura 10. Substituição das venezianas.

## 6 RESULTADOS E GANHOS OBTIDOS

**Entrega** – O serviço foi concluído no prazo previsto , sendo iniciado em Agosto de 2009 e término em fevereiro de 2010. Como mostrado nas Figuras 11 a 14, o serviço executado entregou a torre em estado de nova.



Figura 11. Vista frontal das células 4, 5 e 6.



Figura 12. Vista da distribuição da água da torre.



**Figura 13.** Vista da lateral das células com as venezianas instaladas e sem vazamentos externos.



**Figura 14.** Vista da lateral das células 1, 2 e 3 reformadas.

**Moral** – Satisfação de toda a equipe envolvida no serviço.

**Segurança** - Serviço executado sem acidentes e quase acidentes. Eliminação das condições de risco e inseguras que se encontrava a torre antes da reforma.

**Qualidade** - Redução da temperatura da torre, conforme gráfico da Figura 15, enquadrando-o dentro da meta de envio ao cliente.

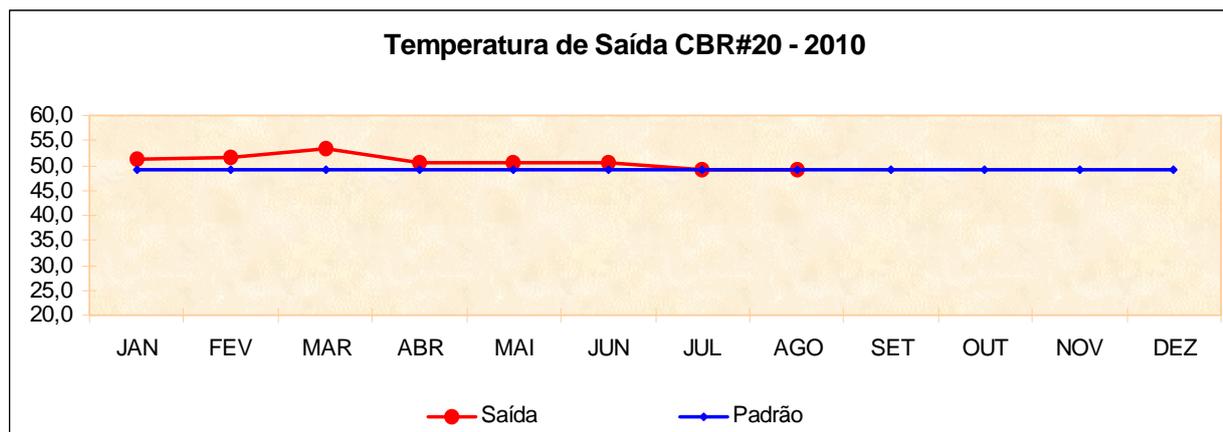


Figura 15. Resultados de Temperatura.

**Custo** – Antes da reforma, estavam sendo gastos a mais os seguintes itens:

- aumento de consumo de produtos químicos – Consumo a mais de 4 containers/ano, isto é cerca de 5 ton/ano a mais – R\$ 69.593,10/ano;
- aumento do consumo de água clarificada, aplicando make up aberto até 300 m<sup>3</sup>/h – Consumo adicional de 150 m<sup>3</sup>/h de água clarificada – R\$ 243.090/ano;
- custo de intervenção anormal de manutenção na CBR 20 – R\$ 105.167/ano;
- valores totais/ano com manutenção na torre devido a sua condição: R\$ 417.850/ano;
- valor da Reforma na Torre de Resfriamento – R\$ 340.755; e
- reforma de um forno de placa devido a perda de refrigeração – R\$ 17 milhões/forno.

## 7 CONCLUSÕES

Por se tratar de equipamentos não integrantes direto do processo produtivo, as torres e sistemas de resfriamento ficam muitas vezes erroneamente relegados a segundo plano para investimentos. Porém, este trabalho nos mostra a importância da manutenção preventiva nestes equipamentos face as interações envolvidas com o processo industrial e o impacto e prejuízos que uma má refrigeração no equipamento podem causar. Antes da reforma na torre, estávamos gastando com manutenção corretiva neste equipamento mais de R\$ 417 mil, além de estarmos colocando em risco a refrigeração dos fornos de placa.

Seguindo esta mesma filosofia de trabalho, este grupo já iniciará o trabalho de reforma de outras torres na UPV, como a da CBR 4, que refrigera o Alto Forno 3 e a da ETE CC, que refrigera as máquinas de lingotamento contínuo 2 e 3.

Os resultados da boa manutenção no equipamento são evidentes e o maior deles foi a normalização da operação da torre, sem impacto na produção do LTQ2

## Agradecimentos

A equipe de operadores da CBR 20, aos operadores da Vettor.

## REFERÊNCIAS

- 1 Alpina, Catálogo de Torres de Resfriamento – 2009.
- 2 Nalco®. **The Nalco Water Handbook. 2.ed.** Mc Graw Hill – EUA– 1998.