

# IMPACTO DA TECNOLOGIA DE AUTOMAÇÃO NO SISTEMA DE RESFRIAMENTO DO LINGOTAMENTO CONTÍNUO #4 DA COSIPA <sup>1</sup>

Enio Lourenço <sup>2</sup>  
Federico Vincenzo <sup>3</sup>  
José Octávio Machado Costa <sup>4</sup>  
Paulo Sérgio Soares Santiago <sup>5</sup>  
Fábio Schusterschitz da Silva Araújo <sup>6</sup>  
Leonardo Poggioni Marins <sup>7</sup>

## Resumo

Com a alta demanda de aço nos mercados interno e externo, é crítica a minimização de paradas não programadas, o atendimento e superação das metas de produção e o aumento de disponibilidade da máquina enquanto se busca a otimização dos custos operacionais e de manutenção. A qualidade da água tem forte impacto na obtenção destes índices e na unidade da Usiminas-Cosipa em Cubatão foi realizada em conjunto pela Nalco e o staff de Utilidades uma auditoria dos aspectos mecânicos, operacionais e químicos (MOQ) para um completo entendimento dos fatores de impacto na obtenção da melhor performance. Avaliados os “gargalos” do sistema, procedeu-se a revisão de procedimentos operacionais, implementação de modificações mecânicas visando limpar e restaurar as capacidades dos diversos equipamentos que fazem parte do sistema de resfriamento. Além disso, um moderno sistema de automação foi também implementado onde se combinou alternativas inovadoras de tratamento químico, equipamentos de monitoramento e softwares de controle, bem como sistemas de comunicação que viabilizassem um melhor gerenciamento do sistema com base na avaliação contínua dos estresses a que o mesmo é submetido. Este trabalho detalha o desenvolvimento das diversas etapas de melhorias implementadas e os resultados auferidos a partir de 2007.

**Palavras-chave:** Gerenciamento da qualidade de água; Aciaria; Lingotamento contínuo.

## IMPACT OF TECHNOLOGY FOR AUTOMATION IN COOLING SYSTEM OF CONTINUOUS CASTING# 4 OF COSIPA

### Abstract

With the high demand for steel in domestic and foreign markets, is critical to minimising the non-scheduled stops, and the attendance exceeded the targets of production and increased availability of the machine while searching the optimization of operation and maintenance costs. The water quality has strong impact on obtaining these indices and the unity of Usiminas, Cosipa in Cubatão was carried out jointly by the staff of Nalco and Utilities an audit aspects of mechanical, operational and chemical (MOQ) for a complete understanding of the factors of impact in obtaining better performance. Assessed the "bottlenecks" of the system, proceeded to the review of operational procedures, implementation of changes designed to clean mechanical and restore the capacity of the various equipment that are part of the cooling system. Moreover, a modern automation system was also implemented where combined innovative alternatives to chemical treatment, tracking equipment and software to control and communication systems that make practical a better management system based on continuous assessment of the stresses that the it is submitted. This paper details the development of the various stages of improvements implemented and the results received from 2007.

**Key words:** Water quality management; Steel making; Continuous casting

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 29º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades,, 13 a 15 de agosto de 2008, Porto Seguro, BA

<sup>2</sup> Engenheiro Analista Industrial do Sistema de Águas – Cosipa.

<sup>3</sup> Gerente do Sistemas de Águas – Cosipa.

<sup>4</sup> Engenheiro Analista Industrial do Sistema de Águas – Cosipa.

<sup>5</sup> Gerente de Desenvolvimento – Nalco Brasil.

<sup>6</sup> Industry Technical Consultant – Nalco Brasil.

<sup>7</sup> Representante Técnico de Vendas – Nalco Brasil.

# 1 INTRODUÇÃO

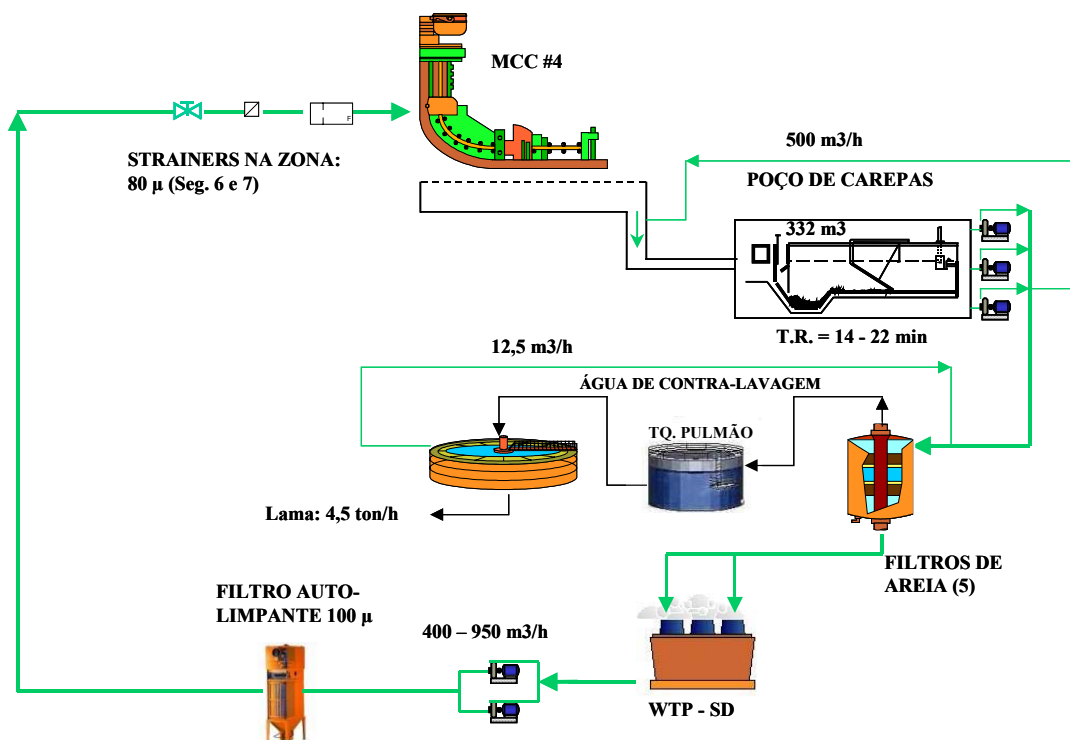
A Máquina de Lingotamento Contínuo N°4 da Cosipa (MLC4) e a sua Estação de Tratamento de Efluentes (ETE-MLC4) foram implantadas em 2.001 projetadas pela VAI – *Voest Alpine Industries* e possui dois sistemas de resfriamento abertos e um fechado.

Até 2006 os sistemas de resfriamento apresentavam um condicionamento que indicava várias possibilidades de melhorias e que uma vez implantados, poderiam não só acarretar redução nos custos de operação e de manutenção, como também favorecer o aumento dos índices de produtividade operacional da máquina de lingotamento.

A partir de Dez/06, o staff de utilidades da Cosipa em conjunto com o staff de produção e a empresa Nalco, após uma detida avaliação dos diversos sistemas, implementou um plano de melhorias nos aspectos mecânicos, químicos e operacionais que resultaram em forte otimização das performances operacionais dos processos envolvidos.

O objetivo deste trabalho é apresentar um breve descritivo dos sistemas informando o seu histórico, com foco nos principais problemas detectados nos sistema de resfriamento secundário; de moldes e descrever as diversas modificações que foram feitas e detalhar os benefícios gerais auferidos.

Os dados operacionais destes sistemas são apresentados no fluxograma da Figura 1.



**Figura 1:** Sistemas de Resfriamento da MLC#4

Na Tabela 1 é mostrada a qualidade típica da água de reposição, que é a água bruta de superfície proveniente do rio Mogi:

Tabela 1: Qualidade da Água de Reposição

Parâmetro	Valores Típicos
pH	3,1 à 7,2
Alcalinidade-M (ppm CaCO <sub>3</sub> )	0 à 25
Dureza Total (ppm CaCO <sub>3</sub> )	10 à 170
Dureza Cálcio (ppm CaCO <sub>3</sub> )	8 à 63
Cloretos (ppm Cl)	8 à 37
Turbidez (NTU)	3 à 65
Amonia (ppm NH <sub>3</sub> )	0,6 à 21
Fosfato (ppm PO <sub>4</sub> )	0,3 à 27
Sulfato (ppm SO <sub>4</sub> )	6 à 160

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Situação Anterior

Foi realizado um levantamento detalhado do condicionamento do sistema de resfriamento e identificados os seguintes pontos de melhoria nos sistemas de resfriamento secundário e de moldes:

a) Poço de Carepas:

- Frequência de remoção de carepas: 2 vezes/semana
- *Belt skimmer* com funcionamento deficiente
- Remoção insuficiente de sólidos e de óleo e graxa conferindo coloração bastante escura à água de *overflow*



Figura-2: Condicionamento do Poço de Carepas antes das melhorias

b) Filtros de Areia:

- Elevada taxa de perda de areia
- Frequência de retro-lavagem passível de otimização: 2 – 3 filtros/turno (o mesmo filtro era limpo a cada 20 hs), com um consumo de água por retro-lavagem de 50 m<sup>3</sup>
- Teor elevado de óleos e graxas e de sólidos suspensos na saída dos filtros

c) Espessador

- Água de alimentação do espessador não tinha amortização na sua entrada, provocando turbilhonamento e deficiência na decantação dos sólidos;

- Água de *overflow* do espessador com qualidade abaixo do esperado: escura, com elevados teores de sólidos suspensos.



**Figuras 3 e 4:** Entrada de água no espessador e overflow

- d) Torre de Resfriamento do Sistema Direto:
- Recheio da torre cheio de lama e carepas, dificultando a troca térmica;
  - Tubulações de água fria que alimenta a máquina apresentando depósitos de produtos de corrosão e incrustações



**Figuras 5 e 6:** Condicionamento da tubulação de água de alimentação e recheio da torre

- e) Máquina de Lingotamento
- Parte superior da máquina com elevada taxa de corrosão, principalmente abaixo dos moldes; ausência de medição continuada da taxa de corrosão;
  - Problemas sérios de entupimento de bicos sprays.
  - Frequência da parada para limpeza da máquina: 3 hs cada 10 dias
  - Filtro auto-limpante apresentando problemas de entupimento eventuais;
  - Campanha dos moldes: 400 corridas/veio; 155 ton/corrída => 62000 ton/campanha; identificados problemas na manutenção dos mesmos
  - Vida útil do molde: cerca de 20 campanhas => 1.000.000 tons
  - Perdas de água no sistema de resfriamento do Maquinário: é alta por problemas de corrosão e abrasão (externa) nos mancais dos segmentos 1 a 7, causando vazamentos

A Tabela 2 mostra a qualidade típica de depósitos coletados em março/07:

**Tabela 2:** Caracterização Típica de resíduos do Sistema secundário

PARÂMETRO	Valores Encontrados
Sílica (% SiO <sub>2</sub> )	4
Compostos Orgânicos (%)	26
Cálcio (% CaO)	21
Fósforo (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5
Ferro (% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	24
Alumínio (% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3
Fluoreto (% F)	13
Magnésio (% MgO)	1
Sódio (% Na <sub>2</sub> O)	1
Enxofre (% SO <sub>3</sub> )	1

## 2.2 Situação Atual

### a) Poço de Carepas:

- O coagulante utilizado pelo tratador anterior, a base de tanino, foi substituído por um polímero coagulante;
- O ponto de dosagem do coagulante foi mudado da saída do poço para a sua entrada (canal);
- Iniciou-se também a aplicação de um polímero aniônico visando melhorar a sedimentação de sólidos (finos de carepas que eram arrastados)
- A frequência de remoção de carepas aumentou de 2 vezes/semana para 5 vezes/semana
- Foi instalado um novo *belt skimmer*, mas que ainda não funciona adequadamente; foi iniciado um procedimento de remoção do óleo com caminhão a vácuo, 6 vezes/semana
- Observou-se forte incremento na remoção de óleos e graxas e de sólidos suspensos em relação à condição anterior

### b) Filtros de Areia:

- Efetuadas modificações no procedimento de contra-lavagem dos filtros:
  - O tempo de drenagem antes da injeção de ar e água para a retro-lavagem que era de apenas 3 seg foi aumentado para 10 seg, minimizando assim a perda de meio filtrante que saía por arraste;
  - A vazão da água de retro-lavagem foi aumentada de 20 m<sup>3</sup>/h para 45-50 m<sup>3</sup>/h visando aumentar a eficiência de remoção de sujeira
- A frequência de retro-lavagens passou de 2 – 3 filtros/turno para 1 filtro/turno reduzindo as perdas líquidas do sistema em 12 m<sup>3</sup>/h, em média;
- A perda anual de areia dos filtros foi reduzida em 1/3 em massa;
- No tratamento químico passou-se a injetar o dispersante para óleos e graxas no momento da retro-lavagem visando a remoção deste material que permanecia colmatando o filtro e ajudando no desenvolvimento microbiológico;
- Também passou-se a realizar dosagem de hipoclorito de sódio antes dos filtros visando mantê-los esterilizados e melhorar o condicionamento microbiológico do sistema.

### c) Espessador

Foi realizada uma modificação mecânica no vertedouro do espessador visando homogeneizar a distribuição do afluente no mesmo e evitar o turbilhonamento que havia antes;

### d) Torre de Resfriamento do Sistema Direto:

Foram realizadas várias e importantes implementações na torre de resfriamento do sistema direto como segue:

#### Aspectos Mecânicos:

- Houve tentativa de lavagem sem muita eficiência, com posterior substituição completa do recheio da torre
- A dosagem de hipoclorito de sódio passou a ser feita em dois pontos distintos: na bacia da torre e antes dos filtros de areia visando a sua desinfecção (filtros de areia são excelentes pontos de inoculação de colônias de bactérias).

#### Aspectos Operacionais:

- Foi instalado no sistema de resfriamento um equipamento de automação com monitoramento e controle de aplicação de produtos, conforme mostrado na Figura 7;



**Figura 7:** Equipamento de automação Trasar 3D

#### Aspectos Químicos

- O tratamento usado anteriormente a base de fosfato e zinco foi substituído por um mais moderno, usando o oligômero do ácido fosfínico succínico que atua simultaneamente como inibidor de corrosão catódico e dispersante para cálcio;

- O monitoramento químico do sistema também foi aprimorado visando buscar dados que nos indicassem a performance dos diversos equipamentos;
- A microbiologia passou a ter maior atenção, através do melhor controle de aplicação de cloro combinado com aplicação de bromo;
- Foram estabelecidas novas faixas de controle para parâmetros importantes visando a melhoria de performance do sistema como um todo.

### 3 RESULTADOS OBTIDOS

#### 3.1 Performance da ETE

Visando monitorar o desempenho dos diversos sistemas, alguns parâmetros começaram a ser acompanhados com maior intensidade, buscando ajusta-los quando fora de controle. Dentre estes, destacamos:

##### Sólidos Suspensos e Turbidez

Os sólidos suspensos sempre contribuem para a formação de depósitos em sistemas de resfriamento. E são conseqüência de arraste de finos de carepas e de contaminações com óleos e graxas que não são adequadamente removidos no poço de carepas e/ou nos filtros de areia.

A Tabela 3 mostra a variação de performance na remoção de sólidos suspensos na ETE da unidade:

**Tabela 3** Performance de Remoção de SS na ETE-MLC#4

<b>Local</b>	<b>MÉDIA 2006</b>	<b>MÉDIA 2007</b>	<b>EFICIÊNCIA</b>
Entrada Filtro	63,5	40	37 %
Saída Torre	19,1	10,7	44 %
<b>Remoção</b>	<b>70%</b>	<b>74%</b>	<b>5 %</b>

A turbidez, por sua vez, passou a ser medida “on-line” pelo equipamento 3D Trasar, facilitando a identificação de vazamentos de óleos e graxas e a formação de fouling no sistema conforme Figura 8.

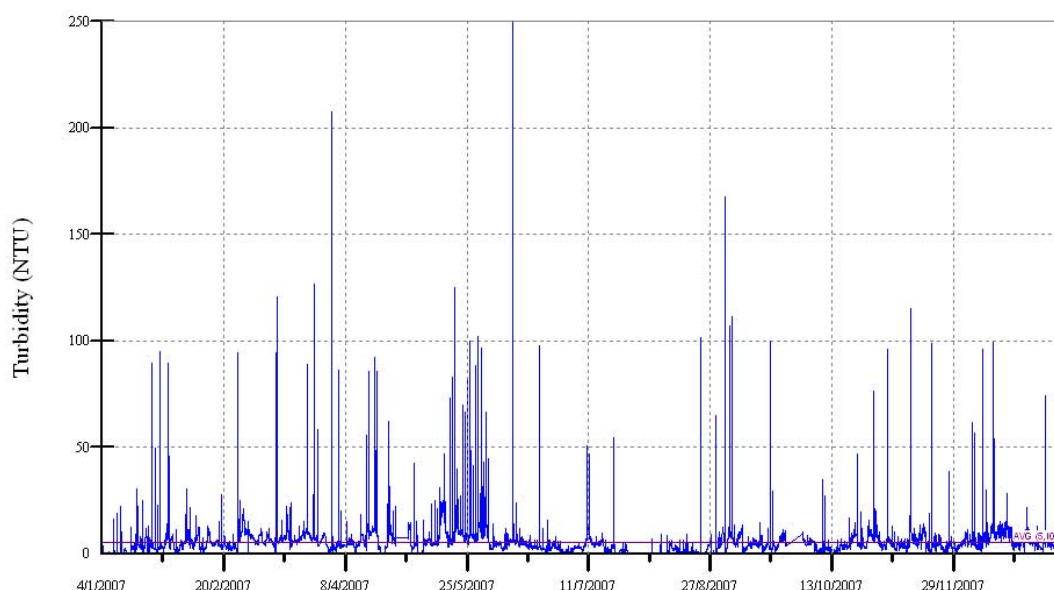


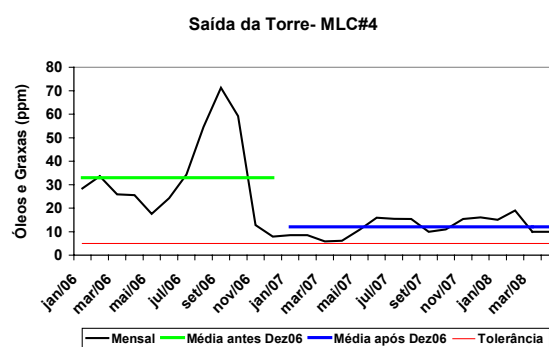
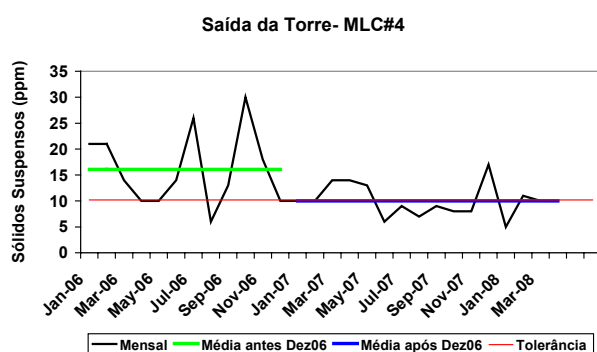
Figura 8: Registro de Turbidez no ano de 2.007

A Tabela 4 mostra as melhorias conseguidas:

Tabela 4: Performance de Remoção de O&G na Estação

Local	MÉDIA 2006	MÉDIA 2007	EFICIÊNCIA
Entrada Filtro	35,71	15,5	<b>56 %</b>
Saída Torre	29,8	12,2	<b>59 %</b>
<b>Remoção</b>	<b>16,5%</b>	<b>21,5%</b>	<b>23 %</b>

Nas Figuras 9 e 10, são mostradas as variações nos teores de sólidos suspensos e de óleos e graxas na água recirculante entre 2006 e 2008.



Figuras 9 e 10: Gráficos de variação de Sólidos Suspensos e de Óleos e Graxas

As consequências deste melhor condicionamento pode ser comprovada visualmente no poço de carepas e através de inspeções realizadas nas tubulações de fria em out/07.





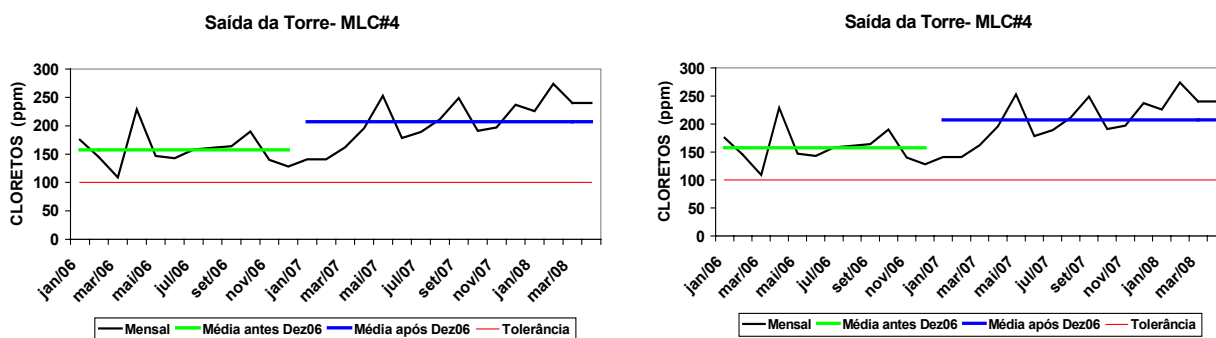
Figuras 11 : Poço de carepas

### 3.1. Corrosão na Câmara de Vapor na Máquina

A corrosão na câmara de vapor é fortemente influenciada pelos teores de cloretos, fluoretos e pela alcalinidade na água recirculante.

#### Alcalinidade-M e Cloretos

As Figuras 12 e 13, indicam a melhoria de controle dos mesmos:



Figuras 12 e 13: Variação de Alcalinidade-M e de Cloretos

A principal resultante deste melhor controle foi a redução nas taxas de corrosão na câmara de vapor de 125 –130 mpy para 30 – 40 mpy, conforme mostrado na Figura 14.

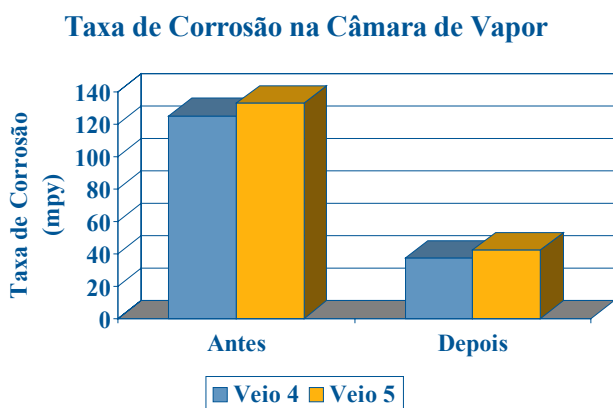


Figura 14- Redução nas taxas de corrosão

### 3.2. Performance Térmica da Torre de Resfriamento

O recheio da torre foi mantido totalmente limpo após a sua substituição através do melhor controle de aplicação de cloro combinado com aplicação de bromo, permitindo a redução na temperatura de água fria de 35 °C para 31.4 °C.



Figura 15– Recheio da torre após otimização da cloração

Com isto foi possível a retirada de 1 ventilador de operação, o que implicou numa redução de energia de 15.000 KWh/mês

### 3.3. Performance dos Filtros de Areia

Além do aumento na eficiência de remoção de Ss e de O&G, o filtro teve também diminuída a sua taxa de arraste de meio filtrante, o que acarretou uma redução nas perdas de areia de 1,5 kg para 0,5 kg por retro-lavagem.

Também a diminuição da frequência de retro-lavagens, em que pese o aumento da vazão de água para este procedimento, permitiu uma redução de 1.800 KW/mês e de produto químico em 46 %.

### 3.4. Performance e Produtividade da Máquina de Lingotamento Contínuo #4

O resultado combinado dos fatores de redução de sólidos suspensos, óleos e graxas e melhor controle microbiológico refletiu diretamente na performance da Máquina conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultado na performance da Máquina

ITEM	VEIO 4	VEIO 5
Velocidade média de lingotamento	1.4 → 1.5 m/min	1.4 → 1.5 m/min
Vel. Máxima lingotamento	1.3 → 1.8 m/min	1.3 → 1.8 m/min
Obstrução bicos spray	15 → 3% (7 dias)	15 → 3% (7 dias)

## **4 PRÓXIMAS ETAPAS**

Atendendo a um programa de avaliações periódicas com uma forte análise crítica dos resultados, novas proposições de melhorias já foram estabelecidas, tais como:

- Substituição do hipoclorito de sódio atualmente utilizado no controle microbiológico pelo peróxido de hidrogênio, objetivando uma redução geral das taxas de corrosão nas câmaras de vapor da Máquina pela diminuição dos cloretos e condutividade, um teste de campo conclusivo já foi realizado;
- Melhor controle de reposição de água na torre de resfriamento a fim de evitar diluição dos produtos químicos nos momentos de alta reposição;
- Disponibilização das variáveis analisadas pelo sistema TRASAR no Supervisório da COSIPA;
- Substituição da dosagem de soda cáustica por solução de barrilha, para melhor controle de alcalinidade na água de recirculação;
- Alteração do ponto de reposição de água na torre para melhorar a eficiência nos momentos de necessidades de extrações.

## **5 CONCLUSÃO**

Apesar das limitações do Sistema de Tratamento de Água (ETE-MLC4), da qualidade de água disponível para reposição, com uma série de contaminantes e grandes flutuações de concentração e da alta exigência de qualidade de água utilizada na Máquina de Lingotamento Contínuo, com adequados ajustes foi possível a obtenção de aumento de disponibilidade da máquina e ganho no seu desempenho refletindo na otimização dos custos operacionais e de manutenção e principalmente na superação das metas de produção.

A revisão de procedimentos operacionais aliada a pequenas modificações mecânicas e principalmente a escolha de produtos químicos adequados com auxílio de inovadora tecnologia de monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos e ainda de aplicação, possibilitaram superar as limitações do sistema e atingir os resultados aqui demonstrados.