

REESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO LINGOTAMENTO CONTÍNUO DA USIMINAS¹

Ronaldo Mendonça Lima Junior²
Ernani Helvécio Gonçalves³

Resumo

O presente trabalho apresenta as ações implementadas para enquadrar a qualidade da água de resfriamento, por contato direto, das placas obtidas no lingotamento contínuo da Aciaria da Usiminas (parâmetros físico-químicos e microbiológicos), dentro das novas necessidades exigidas pelo processo. A metodologia empregada constou de: - Diagnóstico da planta de tratamento de água existente (tratamento químico, instalações físicas existentes e práticas operacionais); - Pesquisa dos tipos de tratamentos existentes e passíveis de serem aplicados na unidade de tratamento; - Teste de jarros, em laboratório, para determinar as condições iniciais de dosagem e avaliação da eficiência do tratamento proposto (características dos flocos formados e análises físico-químicas); - Teste em planta, com monitoramento da concentração de óleo, ferro e sólidos suspensos (SS) na água tratada. Além da determinação da contagem bacteriológica total (CBT) e do índice de aderência ao *slime* (IAS); - Adequações das instalações físicas existentes e modificações de práticas operacionais. Como resultado das ações implementadas foi possível obter, na água tratada, uma redução de aproximadamente 70% na concentração média de SS, 66% na concentração média de óleo e 57% na concentração média de ferro, além da obtenção de uma CBT entre 1000 e 10000 UFC/ml e IAS inferior a 5.

Palavras-chave: Água; Lingotamento; Tratamento de água; Óleo

WATER TREATMENT SYSTEM RESTRUCTURING OF CONTINUOUS CASTING PLANT OF USIMINAS

Abstract

This paper shows the actions taken to adjust the cooling water quality used to cool, through direct contact, the steel plates obtained at the Usiminas' steelworks to the new necessities required for the process, concerning physicochemical and microbiological parameters. The used methodology consisted on: - Water treatment plant diagnosis, including chemical water treatment, existing facility and operation practices; - Research about the kinds of treatments existent in the market and definition of the ones that would be possibly suitable to the unit's treatment; - Laboratory jar test to determine the start up dosage conditions and evaluate the efficiency of the new treatment, through the assessment of the flake shaped characteristics and physicochemical analyses; - Plant tests, including the monitoring of oil, iron and suspended solid concentration in the treated water, as well as the determination of the total bacteria counting (TBC) and slime adherence index (SAI); - Facility and operation practices improvements; The actions resulted on reduction of about 70% in the average water suspended solids concentration, 66% on average oil concentration and 57% on average iron concentration, as well as achieving a TBC around 1000 up 10000UFC/ml and a SAI smaller than 5.

Key words: Water; Casting; Water treatment; Oil

1 *Contribuição técnica ao XXVII Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades da ABM, Porto Alegre, RS, 16 a 18 de agosto de 2006.*

2 *Engenheiro Químico, Ms.C.; Gerência Técnica de Energia e Transportes da Usiminas, Ipatinga, MG.*

3 *Técnico Químico, Gerência de Água e Despejos Industriais da Usiminas, Ipatinga, MG.*

1 INTRODUÇÃO

As mudanças no processo de lingotamento contínuo, com a produção de aços mais nobres e uma menor disponibilidade das máquinas para manutenção, em função do aumento de produção, passaram a exigir novos padrões de qualidade de água, principalmente no que se refere a parâmetros como sólidos em suspensão, óleo, ferro e controle microbiológico, para evitar problemas de obstrução dos bicos de *spray* (por resíduo oleoso e matéria inorgânica) com conseqüente redução da vazão de água durante o lingotamento das placas.

A redução da vazão de água, em algumas zonas de resfriamento na máquina de lingotamento, acarreta sérios problemas de qualidade, aumentando o índice de recusa de placas.

A partir de 1998, com a entrada em operação da máquina de lingotamento número 4 na aciaria 1 (passando do sistema de lingotamento convencional para contínuo), além das reformas das máquinas de lingotamento contínuo 1 e 2 na aciaria 2, a produção que era de aproximadamente 3.500.000 t/ano passou a ser superior a 4.500.000 t/ano. A Figura 1 mostra a evolução da produção do lingotamento contínuo nas aciarias da Usiminas a partir de 1998. O ponto de inflexão negativo apresentado no ano de 1999, refere-se à reforma do alto forno número 3. Nos anos subseqüentes, o volume de produção aumentou, atingindo um máximo de aproximadamente 4.800.000 t/ano em 2004.

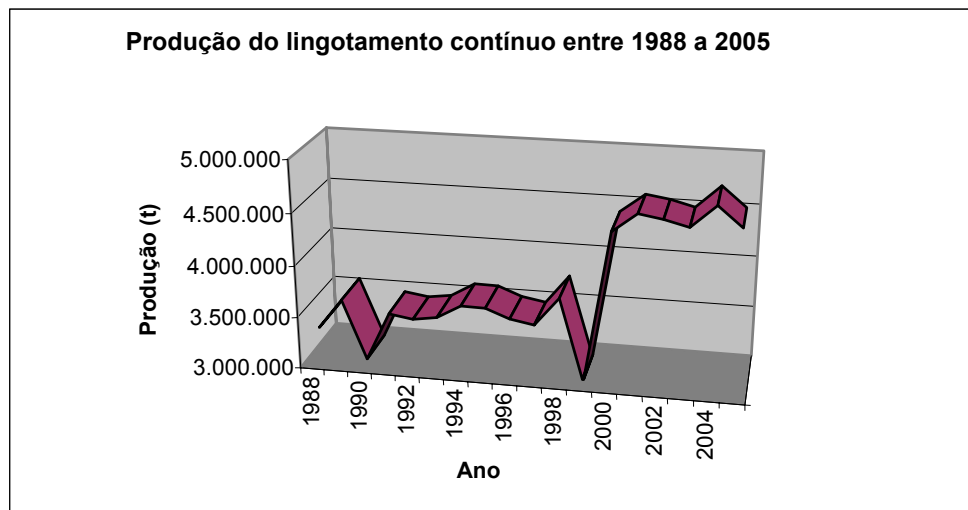


Figura 1. Produção do lingotamento contínuo das aciarias.

Iniciando a sua operação em 1976, em conjunto com o lingotamento contínuo da aciaria 2, o centro de recirculação de água do lingotamento contínuo (Cralin), teve a partir de 1998, o seu sistema de distribuição de água individualizado em função de características do processo, sendo dividido em: sistemas de água de resfriamento direto (água de *spray* que possui contato direto com o produto) e indireto (água de máquina e molde sem contato com o produto).

As características físico-químicas da água tratada (projeto original) e a nova necessidade para o sistema de resfriamento direto são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características da água de alimentação do Cralin direto

Parâmetros	Projeto original	Nova referência
pH	7,5 - 9,0	7,5 – 9,0
SS	Ç40,0 ppm	Ç20,0 ppm
Óleo	Ç5,0 ppm	Ç5,0 ppm
Ferro total	Ç3,0 ppm	Ç3,0 ppm

A Figura 2 apresenta o fluxograma de processo do sistema Cralin direto, com as suas respectivas entradas e saídas.

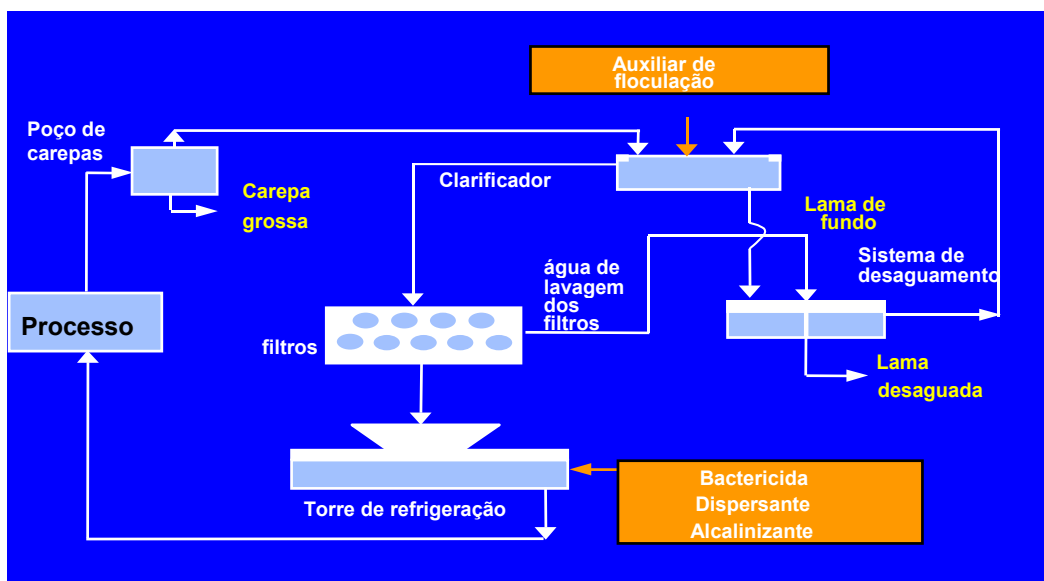


Figura 2. Fluxograma de processo do sistema Cralin direto.

Nesse contexto, este trabalho mostra as modificações efetivadas para se obter a qualidade de água requerida pelo processo de resfriamento direto, bem como os resultados alcançados para os parâmetros identificados como críticos.

2 DIAGNOSE DO SISTEMA

O tratamento inicial da água do sistema de *spray*, consistia na adição de um polímero aniônico com o objetivo de auxiliar a clarificação da água de retorno, envio da mesma para o sistema de filtração e resfriamento em uma torre de corrente cruzada. Na torre eram adicionados um dispersante de cálcio, um agente bactericida (cloro gasoso) e um agente alcalinizante (hidróxido de sódio) para elevar o pH da água, evitando o estabelecimento de um processo corrosivo acelerado nas máquinas de lingotamento em função da formação de ácido fluorídrico (HF), devido à presença de flúor em alguns tipos de pós fluxantes utilizados no processo de lingotamento.

Em função da deficiência de resfriamento das placas, durante o processo de lingotamento, ocasionada por obstrução dos bicos de água de *spray*, foi iniciada em 2001, uma diagnose em todo o sistema de tratamento existente. Os seguintes itens foram evidenciados:

- Deficiência do condicionamento químico utilizado para a retirada de óleo e SS da água, de acordo com as novas necessidades;

- Problemas no sistema de filtração existente (comprometendo o controle final das concentrações de SS, ferro e óleo na água de alimentação);
- Deficiência de algumas práticas operacionais adotadas;
- Inadequação da rotina de limpeza do sistema (torre, tanques de desaguamento de lama etc);
- Deficiência do sistema de dosagem do agente bactericida;
- Mistura, dentro da área do lingotamento contínuo, da água de uso indireto com a de uso direto, dificultando o tratamento do sistema.

Em função dos problemas identificados durante essa diagnose, foram desencadeadas as seguintes ações:

2.1 Testes em Laboratório com Novos Produtos para o Tratamento da Água

Em 2001, a adição do policloreto de alumínio combinado com a adição de um polímero catiônico, apresentou os melhores resultados (flocos bem formados e água clarificada) no teste de jarros realizado no laboratório de água e meio ambiente da Usiminas. Em função desses resultados, foi realizado um teste em planta. O policloreto de alumínio foi dosado inicialmente em choque com uma frequência quinzenal. Desta forma, foi possível reduzir a concentração de SS e óleo na água de alimentação, trazendo-os a patamares mais baixos. Contudo, com o crescente aumento da produção, e todos os problemas identificados durante a diagnose, o tratamento adotado já não estava, a partir de 2002, surtindo o efeito apresentado anteriormente e as concentrações de ferro, SS e óleo voltaram a subir. Buscando o equilíbrio do tratamento, passou-se a dosar o policloreto de alumínio de forma contínua em conjunto com um polímero catiônico. O tratamento adotado não apresentou o desempenho esperado, ou seja, o enquadramento de forma estável de todos os parâmetros pretendidos.

Em 2004, um novo teste de jarros foi realizado, desta vez, com um produto a base de taninos vegetais. Com o novo produto, os parâmetros SS, óleo e ferro foram enquadrados, fornecendo valores abaixo dos estabelecidos como padrão.

2.2 Modificações das Práticas Operacionais

Foram revisados e/ou criados procedimentos operacionais visando à correta operacionalização do sistema de filtração (adequando a condição imposta pelo fabricante deste equipamento), do sistema de desaguamento da lama gerada no tratamento e da limpeza da torre de resfriamento.

2.3 Elaboração de um Plano de Recuperação do Sistema de Filtração

Em outubro de 2004, foi iniciado o processo de recuperação dos nove filtros pressurizados. Dentre os serviços realizados destacam-se: recomposição das camadas filtrantes, tratamento anti-corrosivo do interior do filtro, substituição da tubulação de sopro de contra-lavagem, substituição da grade do fundo falso e remoção das crepinas para limpeza.

2.4 Substituição do Agente Bactericida Dosado na Água de Alimentação

Em função de problemas de continuidade operacional do sistema de dosagem de gás cloro na água de alimentação, não era possível obter um controle

efetivo da população microbiana existente. No intuito de sanar esse problema, foram realizados testes com outro agente bactericida, e o produto escolhido foi o peróxido de hidrogênio. A realização de teste com o peróxido de hidrogênio foi motivada por aspectos como a sua comprovada ação bactericida e a sua facilidade de aplicação. Os testes na planta iniciaram-se em 2004, tiveram duração de 40 dias e foram monitorados através da realização de análises de CBT. Para consolidar os resultados obtidos também foram realizadas análises do IAS. O termo *slime* é comumente empregado para designar todos os tipos de depósitos formados de microorganismos (algas, bactérias, fungos e mucilagem gerada pelos mesmos) e de pequenas partículas inorgânicas (areia e produtos de corrosão). Após aderir às paredes internas do sistema em contato com a água, os microorganismos produzem uma substância viscosa e aderente conhecida como mucilagem. Os sólidos inorgânicos presentes na água aderem à mucilagem, tornando o processo cíclico e propiciando o surgimento do *slime* como pode ser visto na Figura 3.

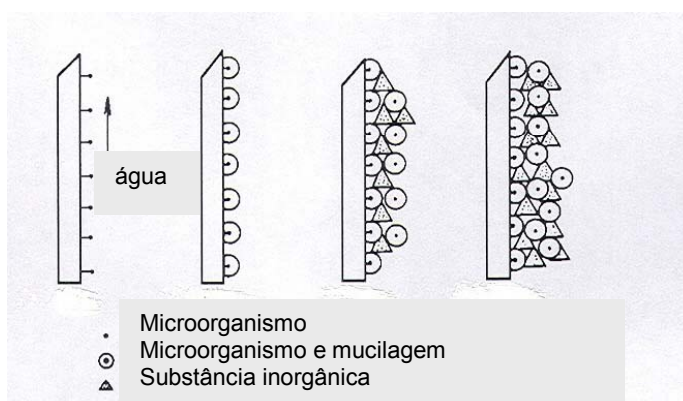


Figura 3. Processo de formação de *slime* em uma superfície sólida.¹

Esse tipo de depósito pode ser formado nos bicos de *spray* do lingotamento contínuo, nos filtros rotativos auto-limpantes e filtros em Y existentes na linha de água de alimentação. Dessa forma, a diferença entre a vazão requerida e a disponível, em algumas zonas de resfriamento das máquinas de lingotamento contínuo, pode ser muito grande, promovendo problemas de qualidade em função de deficiência de resfriamento.

Em novembro de 2004, houve um relato de obstrução precoce dos filtros rotativos auto-limpantes. O resíduo que havia se aderido aos elementos filtrantes, apresentava-se como um material viscoso semelhante a uma massa orgânica oriunda de atividade bacteriana, o qual, após se aderir a um meio sólido, tornou-se um agente nucleador para as demais partículas de tamanho coloidal. A Figura 4 apresenta os elementos filtrantes obstruídos.



Figura 4. Depósito encontrado no filtro rotativo auto-limpante da aciaria 2.

A Figura 5 apresenta o resultado da análise de caracterização do resíduo formado, onde percebe-se que a perda por ignição foi superior a 31%, evidenciando a grande presença de matéria orgânica do mesmo.

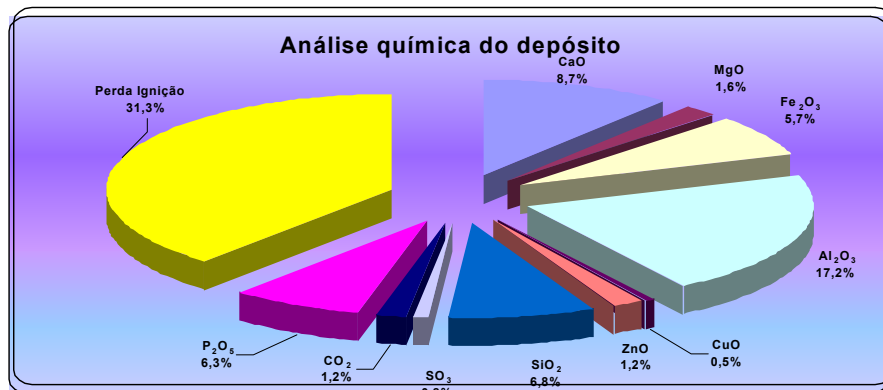


Figura 5. Resultado do depósito encontrado no filtro rotativo da aciaria.

3 RESULTADOS OBTIDOS

A evolução do tratamento da água pode ser constatada através dos resultados das concentrações de ferro, óleo e SS, apresentados nas Figuras de 6 a 8.

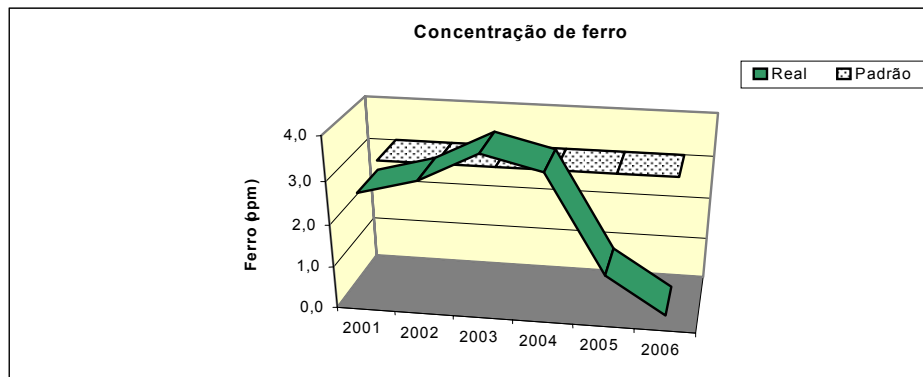


Figura 6. Concentração de ferro na água de *spray* entre 2001 e 2006.

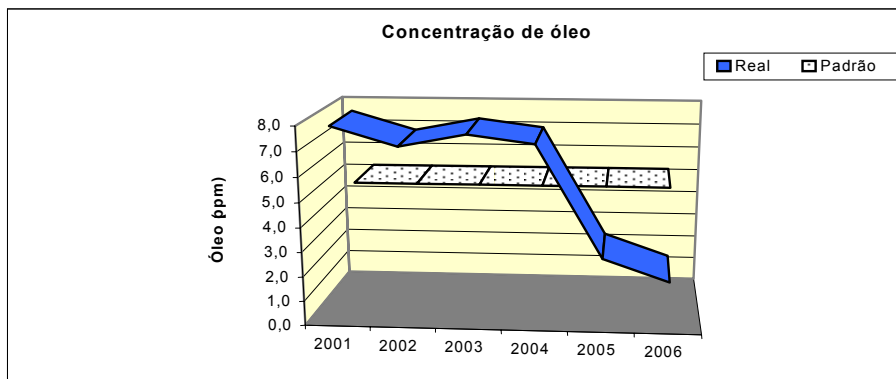


Figura 7. Concentração de óleo na água de *spray* entre 2001 e 2006.

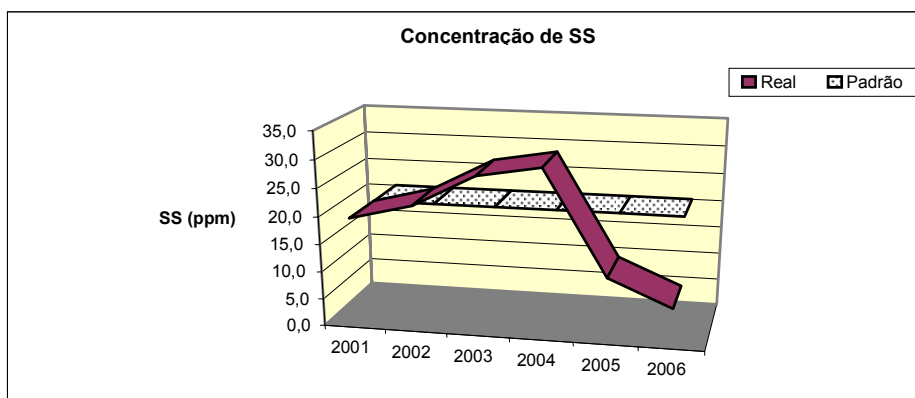


Figura 8. Concentração de SS na água de *spray* entre 2001 e 2006.

Com a adoção de peróxido de hidrogênio, os valores de CBT ficaram entre 1000 e 10000 UFC/ml (o valor de referência é menor que 10000 UFC/ml). De acordo com a literatura², os sistemas que apresentam valores de IAS inferiores a 10, tem uma menor probabilidade de formar resíduos provenientes da atividade microbiana (biofilmes). Em 2004, o IAS encontrado no sistema Cralin era em média igual a 40, e atualmente encontra-se em torno de 5. A Figura 9 apresenta a variação do IAS com a adoção do peróxido de hidrogênio.

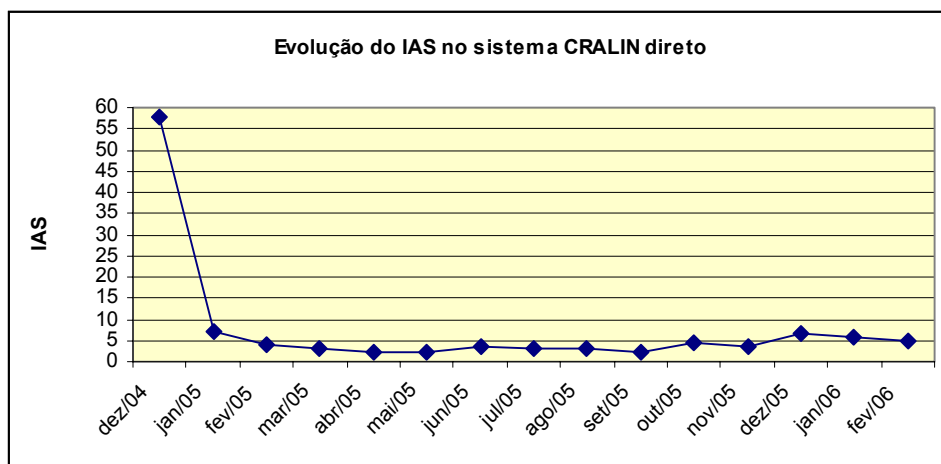


Figura 9. IAS entre dez/04 e fev/06.

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a adoção do tratamento da água de alimentação do sistema direto com produto a base de taninos vegetais, com peróxido de hidrogênio como agente bactericida, com as modificações de algumas práticas operacionais e com a recuperação do sistema de filtração, foi possível alcançar e estabilizar os resultados atuais para a qualidade da água de alimentação. Com as medidas adotadas, realizando um comparativo entre os resultados obtidos a partir de 2005, como os obtidos em 2004, foi possível reduzir as concentrações médias de óleo em 66%, SS em 70% e ferro em 57%, estando ainda todos os resultados obtidos, melhores que os padrões estabelecidos. A adoção do tratamento com tanino também propiciou uma redução no custo de clarificação da água. O tratamento a base de policloreto de alumínio além de causar uma forte acidificação do meio, exigia um valor de pH em torno de 8 para fornecer resultados aceitáveis de clarificação da água, desta forma, o consumo de hidróxido de sódio era bastante elevado (cerca de 20 t/mês). Com a adoção do produto a base de tanino, o consumo de hidróxido de sódio foi reduzido em aproximadamente 50% (cerca de 9 t/mês), como pode ser visto na Figura 10.

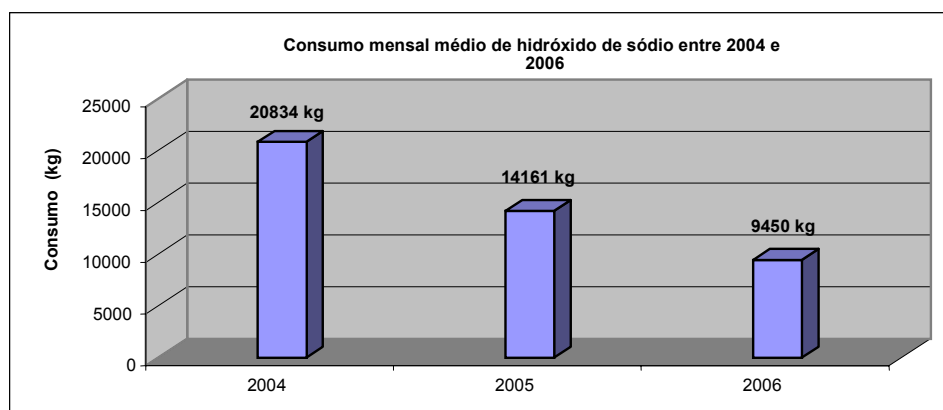


Figura 10. Consumo de hidróxido de sódio entre 2004 e 2006

Os índices de obstrução de bicos de *spray* vêm apresentando uma sensível melhora mês a mês. Convém salientar que não apenas a qualidade de água influencia nestes parâmetros, mas aspectos construtivos e operacionais das máquinas de lingotamento também podem interferir diretamente no valor dos mesmos. Os resultados de obstrução dos bicos de *spray* das máquinas 1 e 2 da aciaria 2 são apresentados nas Figuras 11 e 12.

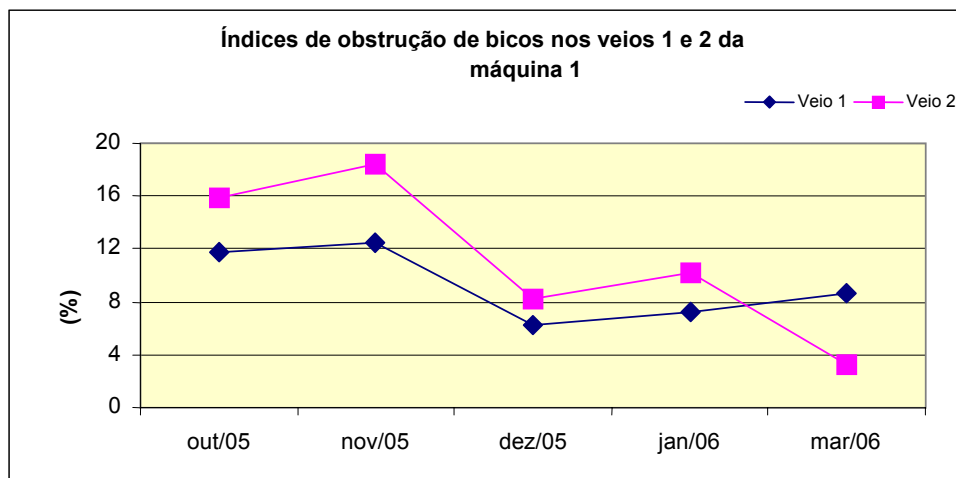


Figura 11. Índice de obstrução de bicos de *spray* da máquina de lingotamento nº 1.

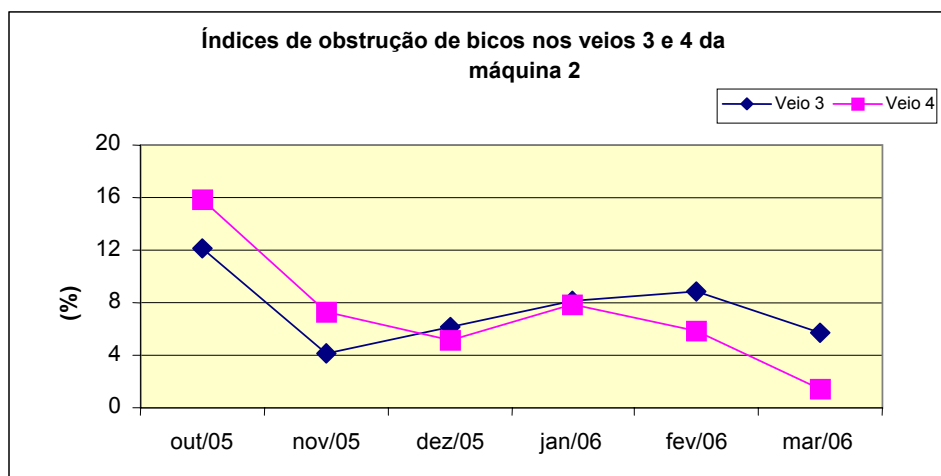


Figura 12. Índice de obstrução de bicos de *spray* da máquina de lingotamento nº 2.

5 CONCLUSÃO

A utilização de taninos vegetais como agente de coagulação, mostrou-se viável tanto do ponto de vista técnico como econômico. Com esse produto foi possível enquadrar os valores de SS e óleo dentro dos padrões requeridos pelo sistema e diminuir os custos de tratamento.

A adoção de peróxido de hidrogênio apresentou-se como uma forma eficiente de controle microbiológico (1000 Ç CBT Ç 10000 UFC/ml e IAS Ç 5)², além do sistema de dosagem utilizado apresentar baixa necessidade de manutenção elétrica e mecânica.

Agradecimentos

Os autores agradecem às empresas Kurita do Brasil, Peróxidos do Brasil, e às equipes de manutenção, reparo e operação da área de água da Usiminas pela colaboração técnica prestada durante a reestruturação do tratamento de água do lingotamento contínuo.

REFERÊNCIAS

- 1 KURITA HANDBOOK OF WATER TREATMENT. 2. 1999. cap.3, p. 171-173 In: Mechanism of Biofouling

BIBLIOGRAFIA

- 1 GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 2. ed. Rio de Janeiro. Guanabara, 1987 p. 149-162