

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

### **Tratamento de água industrial Wellan®2000**

Caio de Oliveira Cavalcante<sup>a</sup>, D'artagnam Gomes Nascimento Filho<sup>b</sup>,  
Luiz Antônio Magalhães Pontes<sup>c</sup>

#### **Abstract**

One of the major problems encountered in industry is the corrosion of equipment and pipes of an industrial plant, which is intensified when there is an ineffective treatment of the water used in the process. However, even using the best conventional techniques of treatment, there are often problems with incrustation and corrosion still occurs in the metallurgy of the plant. The technology Wellan® 2000, from Germany, proposes to reduce the aqueous corrosion by emitting electromagnetic waves in the infrared spectrum, these waves, emitted by silicon and aluminum rings are "printed" by using laser technology and finally are set in the pipes of the hydraulic circuit of the system, being able to provide enough energy (quantum, in the infrared wavelength) to rotate the water molecules, clusters formers, breaking its polymerized form.

In this paper we present a case study in a cooling tower, which quantified the improvement that the studied technology has generated the system, where the consumption of water and chemicals was reduced and it could be seen a gradual reduction in the rate of corrosion metallurgy process.

**Keywords:** Wellan®2000, Treatment, Water, Electromagnetic waves

#### **Resumo**

Um dos grandes problemas encontrados na indústria é a corrosão de equipamentos e tubulações de uma planta industrial, que é intensificada quando se tem um tratamento ineficaz da água utilizada no processo. Contudo, mesmo utilizando-se as melhores técnicas convencionais de tratamento, verifica-se que frequentemente problemas com incrustação e corrosão continuam a ocorrer nas metalurgias da unidade industrial. A tecnologia Wellan®2000, originária da Alemanha, propõe a redução da corrosão aquosa por meio da emissão de ondas eletromagnéticas no espectro infravermelho, estas ondas, emitidas por anéis de silício e alumínio são "impressas" através por tecnologia à laser e por fim são fixados na tubulação do circuito hidráulico do sistema, sendo capazes de fornecer energia suficiente (quantum, no comprimento de onda infravermelho) para rotacionar as moléculas de água, formadoras de clusters, quebrando com isto sua forma polimerizada. Neste trabalho foi realizado um estudo de caso em uma torre de resfriamento, onde se quantificou a melhoria que a tecnologia estudada gerou ao sistema, onde o consumo de água e de produtos químicos foi diminuído e pôde-se constatar uma progressiva redução da taxa de corrosão da metalurgia do processo.

**Palavras-chave:** Wellan®2000, Tratamento, Água, Ondas eletromagnéticas

<sup>a</sup> Engenheiro Químico – Wellan Water Treatment

<sup>b</sup> Diretor Técnico – Wellan Water Treatment

<sup>c</sup> Presidente – Instituto Brasileiro de Tecnologia e Regulação

---

## Introdução

---

Diante do grande apelo da sociedade no que tange a utilização de tecnologias limpas, a tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000, ao empregar princípios da física quântica, catalisando os resultados dos tratamentos de água de sistemas de utilidades industriais de forma eficaz e inovadora, com grande efeito de sustentabilidade (redução da utilização de produtos químicos e do consumo de água de make-up), surge como uma alternativa promissora na formação de um novo conceito de tratamento com responsabilidade ambiental.

Um estudo realizado recentemente pela Corrosion Cost Technologies estimou-se que se gasta com o problema de corrosão cerca 1 a 5% do produto interno bruto (PIB) nos países desenvolvidos. O que corresponde a uma perda de US\$ 300 bilhões anualmente, nos Estados Unidos. No Brasil, segundo os dados do instituto de metais não ferrosos (ICZ) as perdas são de R\$ 147 bilhões anuais, o que corresponde a cerca de 4% do PIB. [7]

Com isto, nota-se que embora o setor de tratamento de águas industriais tenha evoluído substancialmente existem ainda muitas possibilidades de avanços no setor, onde se podem empregar melhores técnicas de tratamento que visem o aumento do tempo de campanha de equipamentos e tubulações de uma unidade industrial.

A tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000 é oriunda da Alemanha e foi idealizada pelo Dr. Klaus Wagner que se fundamentou em conceitos da mecânica quântica, onde, através da emissão de ondas eletromagnéticas, de interferências e/ou ressonância, no espectro infravermelho, se objetiva uma redução da velocidade de dissolução da metalurgia do sistema de utilidade, ou seja, uma redução da corrosão aquosa.

O uso da tecnologia não exclui a utilização dos métodos convencionais de tratamento, na verdade ela tem como propósito catalisar e otimizar os processos convencionais de tratamento químico de águas de utilidades industriais, tendo como principais benefícios a redução das taxas de corrosão dos sistemas, do consumo de água de make-up, dos custos com produtos químicos e perdas de produtividade (leia-se expressivos recursos financeiros) em plantas industriais com as paradas para manutenção corretiva/preventiva de trocadores de calor e outros equipamentos.

## Tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000

Nos sistemas de resfriamento a corrosão aquosa deve-se principalmente à dissolução Anódica da metalurgia destes sistemas, em geral todos os metais apresentam ou uma superfície limpa, ou uma superfície coberta por um composto ou óxido. As propriedades dos metais em soluções aquosas diferem de acordo com a natureza da superfície que eles apresentam. Considerando-se um caso ideal, um metal puro exposto a uma solução aquosa, onde a única reação é a dissolução do metal. Os átomos do metal sobre a superfície metálica estão em estados de energia mínima, associados à estrutura do retículo cristalino.

A fim de passarem para solução, têm de adquirir certa quantidade de energia, chamada de energia de ativação. Isto ajuda no processo complexo pelo qual o átomo é separado do retículo cristalino do metal, penetrando na camada das moléculas de água em contato com a metalurgia do sistema, sendo circundado por elas (clusters), de forma que o produto final dessas reações seja um cátion metálico hidratado.

Muitos estudos buscam comprovar o que conceitualmente se chama de “memória da água” (capacidade desta de armazenar propriedades de substâncias que nela foram diluídas, mas não estão mais lá) principio muito utilizado na homeopatia. As ligações de hidrogênio são responsáveis, pelas principais propriedades da água, como massa específica, viscosidade,

tensão superficial, etc. Podendo ser definida como a interação atrativa entre um átomo de hidrogênio de uma molécula de água e os elétrons não compartilhados do átomo de oxigênio de outra molécula de água.

Albert Einstein, utilizando os estudos de Max Planck, conseguiu demonstrar que um feixe de luz são pequenos pacotes de energia (fótons), desta forma pôde-se explicar o fenômeno da emissão fotoelétrica. Apesar de ser uma teoria recente, a teoria quântica tem suas primeiras indagações desde a época de Platão, quando se procurava saber a natureza da luz. Segundo Newton, a luz emitida por uma fonte luminosa era constituída por um feixe de partículas materiais extremamente pequenas, as quais eram chamadas de corpúsculos: a teoria corpuscular. Porém, segundo o físico holandês Christiaan Huygens, a luz teria um comportamento ondulatório.

Assim, muitos estudos consideram que todas as partículas elementares devem ser consideradas como partículas e como ondas.

- A Energia se relaciona com a frequência ( $E=h.f$ );
- A quantidade de movimento se relaciona com o comprimento de onda.

As moléculas, os átomos e os elétrons podem mover-se, vibrar, saltar e rotacionar, onde, cada movimento requer um determinado “quantum de energia” que pode absorver, ou emitir a partícula para fazer certo movimento. Essa energia é fornecida à partícula em forma de onda, com comprimento, frequência e fóton específicos associados.

Através das ligações que mantêm unidos os átomos de hidrogênio e o átomo de oxigênio, moléculas de água são capazes de absorver “informações” em forma de oscilações quânticas ou oscilações ultrafinas (infravermelho longo), armazená-las e emití-las, mesmo que a água não esteja em fluxo contínuo.

Desta forma, ao se conhecer o comprimento de onda e a frequência de vibração de uma dada amostra de água, é possível retransmitir a mesma, por tecnologia a laser, uma informação de interferência, capaz de neutralizar contaminantes específicos, de forma análoga a uma onda de ressonância invertida.

O passo a passo da tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000:

- I. Coleta-se uma amostra da água do processo de resfriamento, em seguida, utilizando-se um equipamento específico (similar a um osciloscópio, modificado), faz-se transpassar na respectiva amostra, um laser em dado comprimento de onda (segredo industrial), de maneira tênue, com pequena variação do comprimento de onda e frequência do laser utilizado que ao sofrer influência dos fótons das moléculas de água do sistema de utilidades e das substâncias nelas dissolvidas é medida e registrada através de software específico;
- II. Com o conhecimento dos padrões de frequência e comprimento de onda específica da amostra de água que será objeto do tratamento, naturalmente influenciada por todas as variáveis do processo, inclusive de sua metalurgia, soluções químicas utilizadas no tratamento (convencional) e condicionamento do sistema, um anel Wellan<sup>®</sup>2000 é customizado para a aplicação;
- III. Os anéis Wellan<sup>®</sup>2000 são industrializados a partir de uma liga de alumínio e silício, sendo capazes de emitir e armazenar seletivamente “informações” ou ondas de largo espectro;
- IV. O anel é instalado no circuito hidráulico de recirculação do sistema de resfriamento, onde energia é transmitida continuamente. Estes anéis são

fixados na tubulação do circuito hidráulico do sistema de resfriamento e são capazes de fornecer energia suficiente (quantum, no comprimento de onda infravermelho) para rotacionar, ou seja, girar as moléculas de água, formadoras de clusters, quebrando sua forma polimerizada. Os anéis, Wellan<sup>®</sup>2000, são capazes de fornecer precisamente a quantidade de energia necessária para manter os movimentos de vibração e rotação das moléculas de água na sequência harmônica, evitando a formação de clusters e por consequência a hidratação dos cátions metálicos produtos da corrosão, minimizando o processo de corrosão.

## Metodologia

Com o escopo de aumentar a confiabilidade do estudo de caso da tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000, inicialmente, o sistema de resfriamento situado em uma unidade hospitalar localizada na cidade de Salvador foi caracterizado e avaliado. Em seguida, condicionaram-se todas as variáveis que poderiam influenciar de forma direta ou indireta nos resultados obtidos, sendo controladas na medida do possível, com isto, a probabilidade de conclusões equivocadas serem formadas foi atenuada.

Observou-se que no sistema de purga não existia um controle adequado, assim, de forma a sanar essa lacuna, um hidrômetro foi instalado e as válvulas da linha foram trocadas. Além disto, visando ordenar o monitoramento do processo procedimentos operacionais padrões foram implantados, o que facilitou a investigação de problemas operacionais.



**Figura 1 – Visão aérea da torre de resfriamento**

De forma a quantificar a quantidade diária gasta de cada produto utilizado no programa de tratamento químico levantou-se a curva de cada uma das bombas dosadora. Onde: nos cinco primeiros meses de avaliação os produtos químicos utilizados no tratamento de água do sistema semi-aberto de resfriamento foram: um inibidor de corrosão e antiincrustante a base de sais de fosfato e sais de zinco e um biocida, cujo princípio ativo é a isotiazolinona. No sexto e antepenúltimo mês de estudo além dos produtos supracitados utilizou-se o dicloroisocianurato de sódio com o intuito de aumentar a eficácia do controle microbiológico no sistema.

Tabela 1 – Caracterização da torre de resfriamento

| PARÂMETROS DA TORRE DE RESFRIAMENTO                 |       | Unidade           |
|---|-------|-------------------|
| Fabricante-Modelo                                   | YORK  | -                 |
| Volume total do sistema                             | 25    | m <sup>3</sup>    |
| Volume da bacia da torre                            | 4,25  | m <sup>3</sup>    |
| Vazão de recirculação                               | 410   | m <sup>3</sup> /h |
| Gradiente Térmico de projeto                        | 3     | °C                |
| Temperatura máxima da água                          | < 60  | °C                |
| Metalurgias   | AC/Cu | -                 |
| Fonte da água de reposição                          | Poço  | -                 |
| Regime de trabalho                                  | 24    | h/dia             |
| Regime de trabalho                                  | 30    | dia/mês           |
| <b>Distribuição da água</b>                         |       |                   |
| Gotejamento   |       |                   |
| <b>Circulação de ar</b>                             |       |                   |
| Tiragem mecânica induzida e fluxo em contracorrente |       |                   |

Visando a garantia da confiabilidade dos dados obtidos no estudo de caso, análises físico-químicas e microbiológicas da água de make-up e da água da bacia da torre foram realizadas quinzenalmente por três laboratórios especializados e o controle de corrosão do sistema foi realizado por meio de dois métodos: através do método de cupom de prova e também de forma on-line, através do monitoramento via sonda corrosimétrica. Além disto, outra ferramenta utilizada durante a avaliação foi o uso do índice de Puckorius que serviu para prever a condição do sistema no que se refere à tendência incrustante, possibilitando uma avaliação prévia da corrosividade das águas utilizadas.



Figura 2 – Sonda corrosimétrica instalada na entrada da árvore de corpo de prova

## Resultados e discussão

Antes de inserir a tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000 no programa de tratamento de água industrial fez-se necessário a identificação e avaliação das principais variáveis de processo (temperaturas da água na entrada e saída da torre, quantidade de água consumida na purga e make-up do sistema e a quantificação do consumo diário de produtos químicos), para que em seguida pudesse ser feito um controle e/ou amenização das anomalias que, por ventura,

ocorresse durante a avaliação da tecnologia, com isto, a possibilidades de análises e conclusões errôneas fossem tomadas foram diminuídas.

Durante os dois primeiros meses de estudo (julho e agosto de 2011) foram realizadas todas as adequações no sistema semi-aberto de resfriamento, quando se condicionou alguns parâmetros físico-químicos que estavam fora dos limites recomendáveis. Neste período a taxa de corrosão a aço carbono foi diminuída em 7,4% e 12,17%, respectivamente, quando se comparou com os resultados pré-condicionamento (1,89 mpy). No que se refere ao ciclo de concentração da torre o valor manteve-se entre 5 e 6.

Em seguida, no terceiro mês de acompanhamento do processo iniciou-se à avaliação da tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000. Optou-se instalar o anel Wellan<sup>®</sup>2000, de 14 “ (quatorze polegadas) na entrada do chiller, conforme pode ser visto na figura 3, uma vez que, neste ponto existe um fluxo contínuo de água, o que maximiza a eficiência da tecnologia, afinal, nesta configuração as ondas eletromagnéticas agem no tratamento de água de forma ininterrupta.



**Figura 3 - Ponto de instalação do anel Wellan<sup>®</sup>2000**

Durante o primeiro mês de análise a quantidade dosada de inibidor de corrosão foi diminuída em 25%, pois o sistema estava bem condicionado no que se refere ao controle dos parâmetros físico-químicos e a taxa de corrosão das metalurgias. Apesar do controle microbiológico estar dentro dos limites recomendados, preferiu-se não realizar alterações na dosagem de biocida, uma vez que, a variável de controle sofria certa influência das variâncias operacionais.

As análises físico-químicas da água indicaram uma provável melhoria da taxa de corrosão do sistema, contudo devido a dois problemas operacionais não foi possível realizar uma avaliação fidedigna da nova tecnologia de tratamento de água industrial. Os resultados emitidos pela sonda corrosimétrica indicavam que a taxa de corrosão do sistema a aço carbono estaria entre 0,6 -0,8 mpy. Contudo, no método convencional, o fluxo de água na árvore do corpo de prova foi interrompido por um período de cerca de 24 horas, o que provocou uma intensificação do processo corrosivo no corpo de prova, assim, a representatividade do mesmo ficou comprometida. Além disso, houve um atraso no fornecimento de produtos químicos, obrigando o sistema a operar sem dosagem de inibidor de corrosão durante 52 horas.

Em contrapartida, nos seis meses subsequentes não ocorreu nenhum tipo de problema operacional que impedisse diretamente uma avaliação crítica da tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000. Onde em primeiro momento diminuiu-se em 17 % o consumo de água na purga do sistema,

que implicou em um aumento do ciclo de concentração da torre de uma faixa entre 6 e 7 para valor em torno 9 e 10. Enquanto que os valores da taxa de corrosão foram reduzidos em mais de 50% para o aço carbono e entre 40 e 50% para a metalurgia de cobre ao longo do estudo.

Entre os meses de novembro e dezembro notou-se um aumento gradual de formação de algas nas bacias das torres de resfriamento que foi justificada quando se tomou conhecimento de que na realidade o biocida estava sendo subdosado durante certo período, haja vista que, antes do sistema começar a ser condicionado realizou-se uma dosagem elevada do produto químico mencionado. Assim, visando à especificação do controle microbiológico da água a dosagem de biocida foi aumentada em 57,14% e o produto dicloisocianurato de sódio foi incluído no programa de tratamento. Após o recondicionamento do parâmetro microbiológico as dosagens voltaram a ser reduzidas de forma gradativa. Todas as melhorias supracitadas estão apontadas nas figuras 4, 5 e na tabela 2.

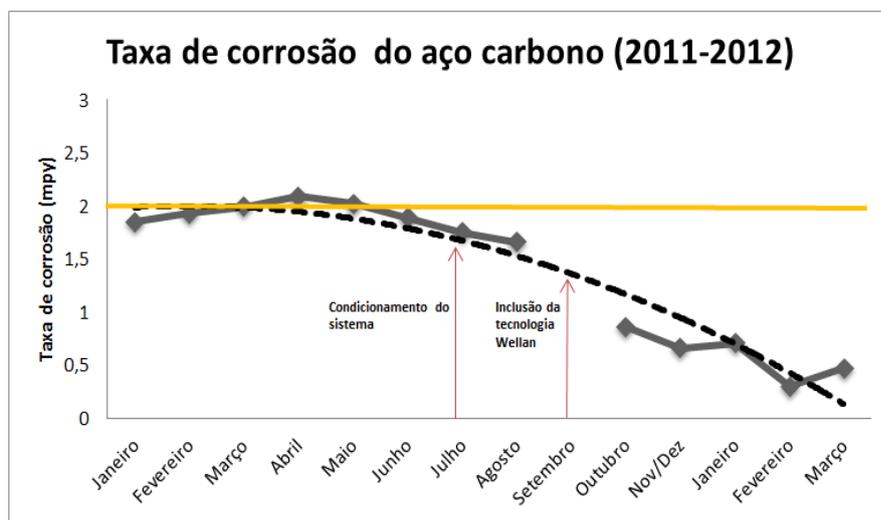


Figura 4 - Taxa de corrosão do aço carbono

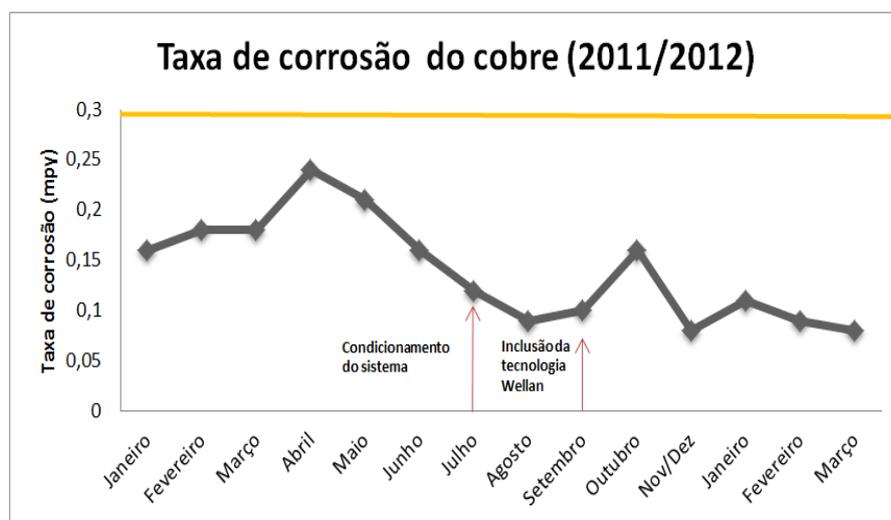


Figura 5 - Taxa de corrosão do cobre

Tabela 2 - Monitoramento das variáveis do sistema semi-aberto de resfriamento

| Mês   |      | Taxa de corrosão - Aço Carbono (mpy) | Redução percentual | Taxa de corrosão - Cobre (mpy) | Redução percentual | dosagem de inibidor de corrosão (l/dia) | Redução percentual | dosagem de biocida(l/dia) | Aumento percentual | dosagem dicloro (g/dia) | Purga (m <sup>3</sup> /dia) | Redução percentual | Ciclo de concentração |
|---|------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|---|--------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Junho   | 2011 | 1,89                                 | -                  | 0,16                           | -                  | 1,88                                    | -                  | 0,77                      | -                  | -                       | 7,2                         | -                  | (5 - 6)               |
| <b>Condicionamento das variáveis do sistema</b> |      |                                      |                    |                                |                    |   |                    |                           |                    |                         |                             |                    |                       |
| Julho   | 2011 | 1,75                                 | -7,41%             | 0,12                           | -25,00%            | 1,88                                    | -                  | 0,77                      | -                  | -                       | 7,2                         | -                  | (5 - 7)               |
| Agosto  | 2011 | 1,66                                 | -12,17%            | 0,09                           | -43,75%            | 1,88                                    | -                  | 0,77                      | -                  | -                       | 7,2                         | -                  | (5 - 7)               |
| <b>Inclusão da tecnologia Wellan</b>            |      |                                      |                    |                                |                    |   |                    |                           |                    |                         |                             |                    |                       |
| Setembro  | 2011 | -                                    | -                  | 0,10                           | -37,50%            | 1,40                                    | -25,53%            | 0,77                      | -                  | -                       | 6,0                         | -16,67%            | (9 - 10)              |
| Outubro   | 2011 | 0,86                                 | -54,50%            | 0,16                           | 0,00%              | 1,40                                    | -25,53%            | 0,77                      | -                  | -                       | 6,0                         | -16,67%            | (9 - 10)              |
| Novembro/Dezembro                               | 2011 | 0,66                                 | -65,08%            | 0,08                           | -50,00%            | 1,40                                    | -25,53%            | 0,77                      | -                  | -                       | 6,0                         | -16,67%            | (9 - 10)              |
| Janeiro   | 2012 | 0,71                                 | -62,43%            | 0,11                           | -31,25%            | 1,40                                    | -25,53%            | 1,21                      | 57,14%             | 100                     | 6,0                         | -16,67%            | (9 - 10)              |
| Fevereiro                                       | 2012 | 0,30                                 | -84,13%            | 0,09                           | -43,75%            | 1,40                                    | -25,53%            | 1,21                      | 57,14%             | -                       | 6,0                         | -16,67%            | (9 - 10)              |
| Março   | 2012 | 0,47                                 | -75,13%            | 0,08                           | -50,00%            | 1,28                                    | -31,91%            | 0,92                      | 19,48%             | -                       | 6,0                         | -16,67%            | (9 - 10)              |

Dessa forma, podem-se explicar as reduções de consumo de água e de produtos químicos, além do aumento do tempo de campanha dos equipamentos e tubulações da unidade industrial como sendo decorrentes da inclusão da tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000 e que assim como todo processo industrial o efetivo controle operacional é de suma importância para a obtenção de ótimos resultados.

## Conclusões

Neste trabalho avaliou-se a eficácia da tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000 no tratamento de água industrial, onde inicialmente foi realizado um condicionamento e controle das variáveis do processo, para que, assim, a confiabilidade do estudo fosse aumentada. Em seguida, a tecnologia foi inserida no programa de tratamento de água e por meio da análise dos resultados obtidos pôde-se concluir que tecnologia Wellan<sup>®</sup>2000:

- Permitiu uma redução no consumo de água de make-up no sistema, uma vez que, a vazão da purga do sistema foi reduzida em 17%;
- Aumento dos ciclos de concentração do sistema, que antes operava com ciclos entre 5 e 6 e passou a operar com ciclos de concentração entre 9 e 10;
- Redução do consumo de produtos químicos, onde se conseguiu diminuir o consumo de inibidor de corrosão em cerca de 30%, isto foi possível devido à redução das purgas do sistema, associado à diminuição da quantidade íons dissolvidos na água;
- Diminuição da taxa de corrosão do sistema em mais de 50% para o aço carbono e em torno de 50% para o cobre, que implica em um apreciável aumento de tempo de campanha dos equipamentos e consequente aumento de produtividade da unidade industrial.

## Referências bibliográficas

- [1] BUCHARD, Thomas J. “Princípios de tratamento de águas industriais”, Tradução, São Paulo, Drew Produtos Químicos, 1979
- [2] CARUSO, F., OGURI V., Física moderna: Origens clássicas e fundamentos quânticos, 1 ed., Rio de Janeiro, 2006.

- 
- [3] DANTAS, Evandro, **Geração de vapor e água de refrigeração: falhas – tratamentos – limpeza química**, 1995.
- [4] DEMADIS K. D., MAVREDAKI E., STATHOULOPOULOU A., NEOFOTISTOU E., MANTZARIDIS C. **Industrial water systems: problems**, challenges and solutions for the process industries, Greece, 2006.
- [5] FERRAZ, R. C. **Avaliação de sistema alternativo de proteção contra corrosão em circuito de água de refrigeração**, Rio de Janeiro, 2007.
- [6] GENTIL, V., **Corrosão**, 6. ed., LTC Editora S.A, Rio de Janeiro, 2011.
- [7] ICZ - Instituto dos metais não ferrosos, **EUA têm perdas anuais de US\$ 30 bilhões**, Disponível em: <[www.icz.org.br/galvabrazil/noticias-03.php](http://www.icz.org.br/galvabrazil/noticias-03.php)>. Acesso em: 14 fev. 2012.
- [8] MACHADO, L. P. **Reuso de esgotos sanitários tratados para fins de água de reposição em torres de resfriamento – sistemas semi – abertos**. 2004. Dissertação (Mestrado) – UERJ, Rio de Janeiro, 2004.
- [9] SANTOS FILHO, D. F. **Tecnologia de tratamento de água: água para indústria**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1981.
- [10] VIDELA, H. A. **Biocorrosão, biofouling e biodeterioração de materiais**. 1. Ed. São Paulo, 2003.
- [11] TROVATI, Joubert, **Tratamento de água de resfriamento**, São Paulo, 2007.
- [12] WELLAN<sup>®</sup>2000 ENERGY SYSTEMS. Disponível em <<http://www.Wellan2000energy.com/function.html>>. Acesso em 23 abr. 2011.
- [13] WAGNER, Klaus, **WELLAN<sup>®</sup>2000 – Tratador de água a biosinais**, Berlim, 2002.