

# PROJETO DESCARTE “ZERO” EFLUENTES INDUSTRIAIS DA BELGO USINA DE MONLEVADÉ: EVOLUÇÃO, PROBLEMAS E MELHORIAS

Vicente Aleixo Pinheiro Ribeiro <sup>1</sup>

Erci Geraldo Araújo <sup>2</sup>

Augusto Espescht de Almeida <sup>3</sup>

## Resumo

Iniciado em 2000 o projeto “Descarte ‘Zero’ Efluentes Industriais” visando a otimização da utilização dos recursos hídricos na Usina de João Monlevade, levou rapidamente a expressivos resultados. Seriam os resultados obtidos até 2001 os melhores possíveis? Até que ponto é possível reutilizar a água em uma usina siderúrgica? Qual é o limite máximo da recirculação e o mínimo de desconcentração? Como conciliar as práticas de reuso da água sem afetar as instalações, as pessoas e os produtos? Neste trabalho são mostradas a evolução do projeto de 2000 a 2004, os problemas, os resultados, as soluções adotadas e as melhorias implementadas.

**Palavras-chave:** Meio ambiente; Efluente; Belgo; Melhoria.

## PROJECT INDUSTRIAL EFFLUENTS “ZERO” DISCHARGE AT BELGO MINEIRA MONLEVADÉ STEEL WORKS: EVOLUTION ANALYSIS OF PROBLEMS AND IMPROVEMENTS

### Abstract

In 2000 Joao Monlevade Steel Works started the “Industrial Effluents Zero Discharge” project, having as target the optimization of water use, achieved in short time excellent results. Are the 2001 results the best possible? What is the possible maximum water reuse in a Steel Plant? What is the maximum recirculation index and the minimum deconcentration cycle? How to harmonize water reuse practices with safety procedures, facilities, products and personnel? This paper shows the 2000 to 2004 project evolution, its problems, solutions, results and improvements.

**Key words:** Environment; Effluent; Belgo; Improvement.

## 1 INTRODUÇÃO

A busca constante por melhor performance dos processos industriais, além da dimensão econômica, leva a melhorias da qualidade, da segurança e do meio ambiente. Lançado em 2000 o desafio de zerar o lançamento de efluentes industriais no Rio Piracicaba, a equipe do departamento de Utilidades, Manutenção e Meio Ambiente passou a perseguir esta meta utilizando a metodologia Seis Sigma como base do projeto. Particularidades da usina foram ao mesmo tempo desafios e oportunidades. A primeira particularidade é a própria concepção da Usina de João Monlevade, construída na década de 30 e “encaixada” entre o morro e o rio. Há diversas galerias para escoamento de efluentes e esgotos, projetados originalmente para atender às instalações industriais e aos bairros residenciais que naquela época se “fundiam” à Usina.

Apesar das inúmeras reformas e modernizações que somaram entre 1978 e 2000, US\$652 milhões investidos nos processos produtivos e de proteção ambiental, até 2000 os sistemas de tratamento e distribuição de água utilizavam as galerias e canais originais para a desconcentração. Uma vez capacitada a produzir 1.200.000 t/ ano de fio máquina, desde dezembro de 1999, verificou-se então que a redução no volume da captação de água, iniciado em 1996, tenderia a se estabilizar no patamar de 1.720 m<sup>3</sup>/h. O Projeto “Descarte Zero Efluentes Industriais” permitiu a usina atingir já em 2000 valores de captação na ordem 950 m<sup>3</sup>/h e em 2001, 588 m<sup>3</sup>/h. (Figura 4)

<sup>1</sup> Chefe do Departamento de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, Belgo Arcelor Brasil

<sup>2</sup> Técnico da Área de Fluidos, contratado do Departamento de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, Belgo Arcelor Brasil

<sup>3</sup> Gerente de Engenharia, Manutenção, Automação e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, Belgo Arcelor Brasil

O objetivo deste trabalho é mostrar as soluções adotadas e a melhoria contínua desde então, no sentido de maximizar a reutilização da água na usina e a eliminação do descarte regular de efluentes industriais.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 A Utilização da Água na Usina de Maio de 2000 a 2001

Havia em Maio de 2000 na usina diversos pontos de descarte de efluentes industriais para o Rio Piracicaba (vide Figura 1). Ao longo dos anos diversas ações foram tomadas pela Empresa no sentido de garantir a qualidade dos efluentes. Naquele período a desconcentração do sistema se fazia preferencialmente via dez canais de descarte, que eram por exigência legal monitorados 24h por dia. Nos principais canais, existiam amostradores contínuos e os dados obtidos eram enviados regularmente ao Órgão Ambiental. Apesar de não haver inconformidades em relação aos parâmetros dos efluentes, o descarte contínuo expunha a empresa a riscos. Como os efluentes apresentavam características físico-químicas adequadas e com a conclusão do ciclo de investimentos a demanda de água Usina não cairia mais, por que então não reutilizá-los? Os sistemas de resfriamento direto ou indireto dos processos principais da usina operam há anos em "circuito fechado" onde são feitos apenas make-up. Os efluentes que eram lançados regularmente no rio eram oriundos de lavagem de pisos, pias, processos secundários, fossas sépticas com filtros anaeróbicos, desconcentração das ETEs, sistema de ar condicionado com passagem direta, etc. (vide Figura 2).

Partindo de um levantamento das vazões, procedência dos efluentes em cada canal e informações referentes às antigas galerias, foram estudados e determinados pontos de interceptação para os efluentes. Passou-se a misturar os diversos efluentes. Foram revisados os padrões de atendimento aos consumidores, visto que cada instalação da usina possui suas especificações de água. Os tanques da antiga ERA (Estação de Recuperação de Água) foram recuperados e passaram por uma adequação para o objetivo proposto. Foram dimensionados e construídos 3 poços de interceptação

compostos de bombas e tubulações. Os poços foram distribuídos estrategicamente de forma a otimizar a recepção e destinação dos efluentes. Foram também necessárias várias intervenções nas galerias, dutos e caixas coletoras de forma a direcionar os efluentes para a ERA, aproveitando-se muitas vezes canais e/ou tubulações há muito desativadas. Procedimentos operacionais tiveram de ser criados e ou revisados uma vez que a redução da captação e o aumento gradativo da recirculação de água na usina alteraram o "Padrão" do sistema da usina (Figura 3). Para cada etapa do trabalho foram envolvidas pessoas das diversas áreas da usina, tais como Segurança do Trabalho, Meio Ambiente, Engenharia,

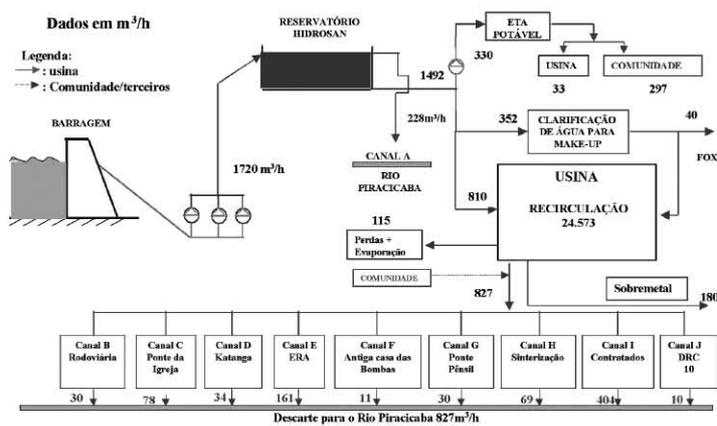


Figura 1. Captação e Distribuição de Água – Situação de Maio de 2000.

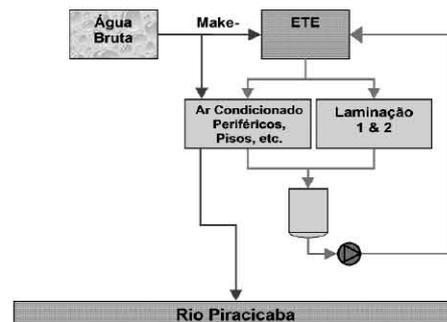


Figura 2. Exemplo de efluentes descartados – Situação de Maio de 2000.

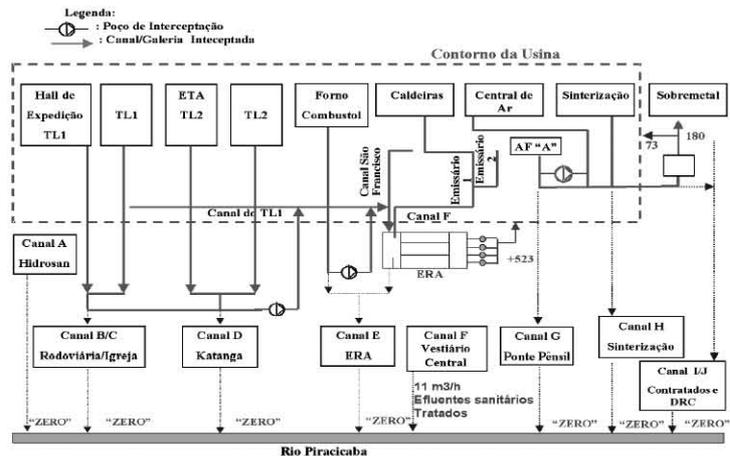


Figura 3. Canais Interceptados e poços construídos.

usuários diversos e a equipe do Departamento de Utilidades. A desconcentração do sistema passou a ser feita via sinterização, micro pelotização, “goela” do Alto Forno, na incorporação nos subprodutos (lamas e escória granulada), no resfriamento na área de recuperação de metálicos, umidificação do sistema viário, bem como na rega de jardins, áreas verdes e pequenos consumidores.

Observa-se na Figura 3 que os canais foram interceptados e direcionados para recirculação via ERA (Estação de Recuperação de Água).

O sistema do “Descarte Zero” foi previsto para atender aos fluxos normais existentes, porém nos períodos de chuva intensa, há perdas da água pluvial pelos canais.

Pelo Canal F (Vestiário Central) continua a ser descartada uma pequena parte do esgoto sanitário tratado nas fossas sépticas e nos filtros anaeróbios.

## 2.2 Os Problemas e a Otimização do Sistema de 2001 até 2004

- Os poços de interceptação dos efluentes tiveram diversas panes, pois eram de operação manual e distantes dos postos de trabalho. Houve queima de motores ou quebras de bombas dentre outros problemas não detectados. Posteriormente foram automatizados e sua operação hoje é feita à distância via supervisórios.
- A usina possui uma rede de antigas tubulações de água formando diversos “anéis” de 36” e de 24” interligados que foram utilizadas para recircular a água industrial.
- Com o novo patamar de consumo, muito inferior ao anterior, a concentração de produtos químicos e os contaminantes passaram a ser a maior preocupação.
- Com a drástica redução do consumo e com as bombas d’água originais, que captavam próximo de 1.800 m<sup>3</sup>/h cada, o “ladrão” do reservatório Hidrosan passou a ter grandes perdas. Inicialmente foi “estrangulado” o registro de recalque das bombas. Em 2002 foram substituídas as bombas de 420 cv/6.6 kV por bombas de 115 cv/380V, acionadas via inversor de frequência. As perdas foram eliminadas.
- A medição da captação de água era feita via medições discretas e periódicas. Foram instalados sensores e calha Parshall. O



Figura 4. Captação de água até 2001.

registro da captação e controle do sistema passou a ser “on line”. Outros sistemas também foram avaliados e algumas melhorias foram procedidas.

- Houve o aparecimento de manchas na superfície dos produtos laminados, o material da mancha era aderente dificultando a decalaminação ou decapagem do fio-máquina, causando reclamação por parte dos clientes.
- Houve simultaneamente a drástica redução da campanha das colunas catiônicas e aniônicas do sistema de água desmineralizada passando a regenerar cada coluna de 24 em 24 horas contra 60 em 60 horas anteriormente.
- Uma pesquisa mostrou que o baixo consumo de água bruta e a elevação da recirculação dos efluentes permitiram o retorno de efluentes ao sistema primário de filtragem e clarificação da usina. A partir daí a água clarificada de make-up das diversas ETEs já apresentava elevados teores de cloretos, sólidos suspensos e dissolvidos, e de dureza dentre outros. A solução foi composta da instalação de válvulas de retenção em diversos “anéis” da rede de água não permitindo o retorno de efluentes até a clarificação, mudanças no make-up da central de água desmineralizada, monitoramento horário dos contaminantes via análise de cloretos (fácil, rápido e indicativo de outros contaminantes), bem como o direcionamento preferencial da água bruta misturada a efluentes para a área de redução e sistema norte da usina.
- Diversas panes secas ocorreram nas bombas que alimentam a sinterização com parada das instalações. As panes foram causadas por desequilíbrio no sistema da ERA que passou a alimentar as bombas. Como o consumo geral de água é dinâmico e tem variações, há eventualmente aspiração de ar pelas bombas da ERA. A solução adotada foi instalação de ventosas em diversos pontos da rede de tubulação da usina, instalação de válvula de retenção e registros de forma a permitir dupla alimentação das bombas (via ERA ou Reservatório Hidrosan).
- Inicialmente houve alguma resistência por parte dos usuários da água sobre a mudança da qualidade e/ou “procedência”. Planos de acompanhamento conjunto foram traçados até a quebra de paradigmas.

- Tendo o novo perfil de consumo conhecido e histórico confiável, no final de 2004 foi iniciado a troca das bombas da ERA por bombas de menor porte e melhor rendimento.
- Mudado procedimento para torres de resfriamento em dois circuitos, passando a ligar o número necessário de torres e/ou desviando parte da água quando possível.
- Implantada a utilização da água em “cascata” ou seja, água bruta utilizada em simples passagem, recircula. Água filtrada que faz make-up. de sistemas indiretos que por sua vez fazem make-up de sistemas diretos. A desconcentração dos sistemas com contato mistura com água da ERA. Água da ERA é direcionada para consumidores menos exigentes e/ou que absorvem parte da água e seus sais. Quase todo o esgoto tratado é misturado na ERA e recirculado, pois a água resultante desta mistura tem características fito sanitárias melhores do que a da água bruta do rio utilizada em certos circuitos. Naturalmente há monitoramento constante da qualidade da ERA.

### 3 PRINCIPAIS GANHOS DO PROJETO

- Redução do “risco ambiental” devido à ausência de descartes de efluentes industriais.
- Otimização das atividades de gerenciamento ambiental e aumento da credibilidade da empresa junto aos órgãos ambientais e comunidade.
- Redução em 71% do volume de água captada (2000 a 2004).
- Redução no consumo de água bruta de 18,20 para 1,8 m<sup>3</sup>/t aço bruto (2000-2004).
- Aumento da taxa de recirculação de água da Usina de 93% para 99,01%.
- Economia de 126 MWh/mês de energia elétrica utilizada no bombeamento de água para os reservatórios Hidrosan e de 27MWh/mês no bombeamento para a ETA Potável.
- Aumento de 460.000 MWh/ano na capacidade de geração da Usina Hidrelétrica do Piracicaba, em função da água não captada ser direcionada para as turbinas.
- Redução potencial do valor de US\$78.610/ano para US\$38.520/ano na taxa da água da Bacia do Rio Piracicaba MG (projeção).

- Redução no consumo de produtos químicos para tratamento de água, reduzindo de US\$ 61.000 /mês em 2001 para US\$ 42.000 /mês em 2004.
- Redução na geração de lama sedimentada nos tanques do Hidrosan e das ETEs.
- Aumento de autonomia do sistema de captação Hidrosan, permitindo manobras e até mesmo manutenção em diversas partes do sistema, sem perda de produção.
- Reconhecimento corporativo, sendo o trabalho premiado na Categoria Industria do Prêmio Belgo de Meio Ambiente.

### 4 RESULTADOS / DISCUSSÕES

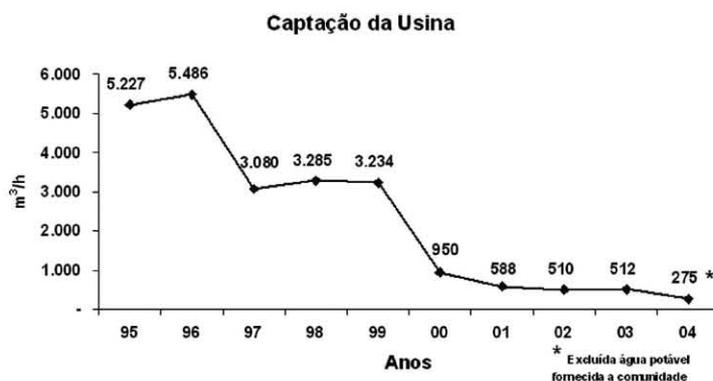


Figura 5. Captação de água até 2004.

Observação: Até 2003 está incluída nos dados a água potável fornecida gratuitamente para a comunidade em torno da usina.

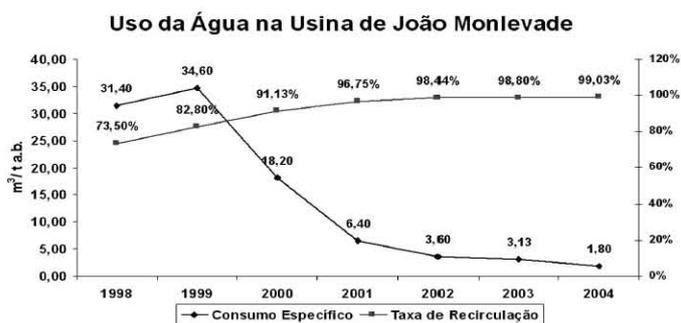


Figura 6. Consumo e Taxa de Recirculação.

Observação: Em 2004 além da exclusão da água potável fornecida gratuitamente para a comunidade em torno da usina. Houve aumento de 106.000 t na produção.

- O trabalho de redução no consumo de água continua, focado por ora na melhoria e precisão da medição, no controle dos processos, bem como na eliminação de vazamentos e desperdícios.
- Diversas análises de anomalias nos processos conduzidas pela equipe do Departamento de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente, apontaram além da solução e bloqueio do problema

analisado, oportunidades para racionalização do uso da água. Por exemplo, após uma série de problemas na estação de bombas do resfriamento da máquina de lingotamento contínuo, ficou evidenciado o super dimensionamento dos motores das bombas que foram trocados os de 250 cv por novos de 100cv.

- Há sempre o questionamento: “Se a perda por evaporação nas torres de resfriamento teoricamente é de 1 a 1,5% como ter taxa de recirculação de 99,03%?”. Primeiramente nem toda a água recircula pelas torres e nem todas as torres trabalham 100% do tempo. Segundo, parte da água de chuva é recirculada devido a interceptação das antigas galerias.
- Permanece ainda como desafio a implementação de medição on line da água em alguns sistemas, bem como a racionalização no uso da água potável.
- Foram investidos US\$ 100.000 entre 2000 e 2001 e mais US\$ 100.000 até 2004. Os ganhos anuais são crescentes e estão em torno de US\$ 60.000/ano.

## 5 CONCLUSÃO

- Não sabemos ao certo até que ponto será possível reduzir o consumo de água e ou aumentar a recirculação, o certo é que os resultados alcançados refletem a dedicação e o envolvimento de todas as áreas da empresa em consonância com os princípios da

“Política do Sistema de Gestão Ambiental” da Belgo Mineira, que objetiva alcançar o desenvolvimento sustentável e a melhoria contínua do desempenho ambiental.

- No desenvolvimento do trabalho foram fundamentais o uso do “Espírito Crítico” e os fundamentos inerentes ao treinamento em, **6 Sigma – Black Belt**, programa da Fundação do Desenvolvimento Gerencial, no qual alguns membros da equipe foram treinados.
- O retorno financeiro do projeto provou que, ações em prol do meio ambiente, conduzem também a expressivos ganhos tangíveis.

## Agradecimentos

Os autores, agradecem a todos os funcionários da Gerência de Manutenção, Utilidades, Meio Ambiente e Automação da Usina de Monlevade que com muita dedicação permitiram a implantação e melhoria contínua do projeto, em especial ao Engenheiro Cleber Marques, especialista em meio ambiente e Alfeu Wiermann, consultor.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni, 1995. (Ferramentas da Qualidade, v.2).
- 2 WERKEMA, M.C.C.; VIEIRA, A.M.C.; BELEM, A.C.V.; GOMES, R.C.D.; OLIVEIRA, L.C. **6 Sigma: treinamento para Black Belt – Seção I**. Jaboticatubas: Fundação Desenvolvimento Gerencial, 1999. [Apostila].
- 3 **DIAGNÓSTICO dos efluentes industriais da Usina de João Monlevade – MG**. João Monlevade, 1987. [Apostila].

Recebido em: 19/12/05

Aceito em: 18/04/06

Proveniente de: ENCONTRO DE PRODUTORES E CONSUMIDORES DE GASES INDUSTRIAIS, 20., 2005, Salvador. São Paulo : ABM, 2005.