

MODERNIZAÇÃO, GERENCIAMENTO ENERGÉTICO E HÍDRICO DA PCH PIRACICABA DA BELGO, USINA DE MONLEVADE ¹

*Alin Machado Chaves²
Vicente Aleixo Pinheiro Ribeiro³
Augusto Espescht de Almeida⁴*

Resumo

Fundada em 1938, a PCH Piracicaba com uma capacidade nominal de 9 MW e máquinas geradoras de 50 Hz, supria inicialmente quase a totalidade da energia da Usina Siderúrgica de João Monlevade. Com passar dos anos houve expansão da Usina e a PCH há muito contribuía com o máximo com 6,4% da energia elétrica da matriz gerando em torno de 3.619 MWh/ mês. Concluído em 2002 o projeto de modernização das geradoras, a geração passou para o patamar de 4.036 MWh/ mês. Com a instalação do sistema de hidrometria na bacia do rio e mudanças nas práticas operacionais e de gestão da energia novo patamar foi alcançado em 2004. Neste trabalho são mostrados, a evolução do projeto de 2001 a 2004, as soluções adotadas, a mudança na gestão, as melhorias e os resultados alcançados.

Palavras-chave: PCH; Gerenciamento; Belgo; Melhoria.

¹ *Contribuição técnica a ser apresentada no 26º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades – ABM – Salvador, Agosto 2005.*

² *Consultor em Energia Elétrica do Departamento de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, Belgo Siderurgia S/A.*

³ *Chefe do Departamento de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, , Belgo Siderurgia S/A.*

⁴ *Gerente de Engenharia, Manutenção, Automação e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, , Belgo Siderurgia S/A.*

1 INTRODUÇÃO

Para suprir a Usina Siderúrgica de João Monlevade de energia elétrica foi construída na década de 30 a Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Piracicaba com capacidade de 9 MW gerando em 50 Hz. Ela foi por muitos anos a única fonte de energia elétrica da Usina de Monlevade e atendia ainda a parte da comunidade ao redor.

A PCH Piracicaba é operada atualmente a “fio d’água” ou seja grande parte do reservatório foi assoreado ao longo dos mais de setenta anos de operação e a água é acumulada ao máximo dentro da capacidade de reservação para priorizar a geração em horário de ponta. A usina possui as seguintes características :

Área de drenagem incremental = 1.298,3 km²

Área inundada - 0,112 km²

Vazão média - 15 m³/s

Vazão máxima - 300 m³/s

Vazão mínima - 8,15 m³/s

Potência nominal - 9 MW

Tensão – 6,6 KV

Freqüência - 60 Hz

Número de Unidades Geradoras - 3

Tipo de Turbina = Francis

Cota Normal do Reservatório - 602 m

Comprimento do Vertedouro - 70 m

A PCH Piracicaba alimenta a Usina Siderúrgica de Monlevade através de linha de transmissão (300 m) e cabos elétricos (1500 m) em 6,6 Kv trifásico.

A partir do final da década de 70 a usina siderúrgica de Monlevade iniciou sua modernização. Todos os novos equipamentos instalados obedeceram ao padrão nacional e tinham a freqüência de 60 Hz. A partir daí as cargas em 50 Hz foram gradativamente reduzidas. Há muitos anos que a PCH Piracicaba em época úmida não gerava mais que 4 MW pois além das poucas cargas em 50 Hz era utilizado um conversor de freqüência 50/60 Hz de 3 MW.

Buscando otimizar a geração e redução dos custos, em 2000 Iniciou-se um estudo para modernização das geradoras passando a gerar integralmente na freqüência de 60 Hz.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Estudos de Viabilidade do Negócio

Experiências feitas com o Gerador 3 gerando em 60 Hz comprovaram um melhor rendimento e comportamento do mesmo às condições operacionais melhor do que em 50 Hz. Ficou que tecnicamente e economicamente provado a viabilidade da total conversão dos geradores para 60 Hz.

Para a viabilidade econômica foram consideradas 2 situações de ganho:

Com a conclusão que no horário de ponta contratado deve se gerar o máximo, ou seja, 9 MW mesmo no período seco e armazenar água no horário fora de ponta.

- Ganho com energia	R\$ 262.000/ ano.
- <u>Ganhos de demanda na ponta</u>	<u>R\$ 360.000/ ano.</u>
- Ganho total.	R\$ 622.000/ ano.

2.2 Investimentos

Troca dos reguladores de velocidade e tensão incluindo o automatismo	R\$ 400.000
Painéis elétricos para o sistema auxiliar e nova cabine de comando	R\$ 100.000
Troca de todos os cabos elétricos	<u>R\$ 100.000</u>
Investimentos Totais	R\$ 600.000
Pay back 20 meses.	

2.3 Equipamentos Instalados

Uma vez concluídos os levantamentos das condições operacionais desejadas, das condições existentes àquela época e dos equipamentos do mercado, optou-se pela solução ofertada pela Voith-Siemens, que já havia fornecido as modificações anteriormente feitas no gerador 3 e apresentou a melhor proposta técnica e comercial. A Voith-Siemens forneceu o sistema de regulação de velocidade, a Grameyer foi a responsável pelo fornecimento do regulador de tensão e a empresa MPN realizou os estudos de proteção e integração da nova condição de geração ao sistema.

As modificações de equipamentos foram:

- Novos Reguladores de velocidade
- PLC composto basicamente de:
 - Unidade Central de Processamento (CPU)
 - Módulo de alimentação
 - Módulo de Memória
 - Interface de Comunicação
 - Módulos de entradas e de saídas analógicas
 - IHM (Interface Homem Máquina) para controle e supervisão da regulação de velocidade

Sistema hidráulico composto de:

- Unidade hidráulica
- Válvula proporcional e cilindro hidráulico para controle da abertura das palhetas
- Válvulas direcionais e cilindros hidráulicos para comando de registros diversos

Regulador de Tensão trifásico digital, microprocessado, totalmente programável através da interface de programação (IHM). Operação singela, em paralelo com outros geradores e rede do sistema com medição digital para as seguintes grandezas elétricas:

- Tensão do gerador (V_{ca});
- Corrente do gerador (A_{ca});
- Tensão de excitação (V_{cc});
- Corrente de excitação (A_{cc});
- Fator de potência ($\cos\phi$);
- Potência ativa (kW);
- Potência Reativa (kVAr);
- Potência Aparente (kVA);
- Frequência da tensão do gerador (Hz)
- Controle da tensão do gerador, U/F, FP, potência reativa;
- Controle PID programável;
- Programação de alarmes e trip das proteções

2.4 Implementação e o Uso do Monitoramento hidrológico

A PCH Piracicaba está localizada no rio de mesmo nome, aproximadamente a 90 km da sua nascente. Suas nascentes estão situadas no quadrilátero ferrífero, especificamente na Serra do Caraça, município de Ouro Preto – MG. O seu curso principal dentro da bacia hidrográfica delimitada pela PCH Piracicaba, corre no sentido SW – HE. Seu principal afluente, pela margem esquerda, é o rio Maquiné e pela margem direita, é o ribeirão do Turvo.

Em função das características físicas da PCH Piracicaba, a configuração mínima exigida pela resolução ANEEL 396/98 para a implantação da rede hidrométrica, baseia-se em:

- 3 estações fluviométricas, telemetrizadas, sendo 2 no interior da bacia hidrográfica a montante da PCH. Piracicaba e 1 localizada a jusante.

- 3 estações pluviométricas telemetrizadas no interior da bacia hidrográfica a montante da PCH. Piracicaba.

Estudos foram conduzidos pela Ecodinâmica, empresa especializada em estudos hidrológicos, no sentido de otimizar os recursos em especial o número de estações. O resultado deste estudo mostrou que uma ação conjunta poderia diminuir o número das estações hidrológicas exigidas e diluir os custos. O sistema foi adquirido da Ag Solve Mon. Ambiental, montado e utilizado pela PCH Piracicaba e a Usina Hidrelétrica Guilman Amorim, construída e operada em consórcio da Belgo com 51% do controle acionário e a Samarco 49%, hidroelétrica que se encontra também na bacia do rio Piracicaba, a jusante da PCH Piracicaba. Para tal otimização foi necessário obter autorização da ANEEL para a configuração proposta. Após os tramites da documentação e análise da proposta, foi aprovada pela ANEEL a seguinte configuração:

- Estação “Rio Piracicaba” a jusante da confluência com o rio Caxambu, município de Rio Piracicaba.

Latitude 19°54' e Longitude 41°19'

Tipo: Uma estação fluviométrica e uma estação pluviométrica, ambas com dados telemetrizados.

- Estação PCH Piracicaba – jusante, a jusante da PCH Piracicaba, município de João Monlevade

Latitude 19°50'47”S e Longitude 43°07'22”W

Tipo: Uma estação fluviométrica com dados telemetrizados.

Estação Guilman-Amorim – Nova Era, município de Nova Era

Latitude 19°45'S e Longitude 43°03'W

Tipo: Uma estação fluviométrica e uma estação pluviométrica, ambas com dados telemetrizados.

Estação Guilman-Amorim, a jusante da UHE Guilman-Amorim, município de Antônio Dias

Latitude 19°40'50”S e Longitude 43°07'22”W

Tipo: Uma estação fluviométrica e uma estação pluviométrica, ambas com dados telemetrizados.

Cada estação é constituída de coletor de dados modelo WNI-EMS10, interface de comunicação, conjunto sensor WNI-PRECIP_MM de pluviosidade, sensor WNI-PDCR1830 de pressão hidrostática, bateria de 12 V com carregador solar.

Os dados de nível, quantidade de água de chuva, vazão e temperatura da água do rio são enviados via linha de telefonia fixa a uma estação de trabalho na

usina de Monlevade a cada 1 hora. Estes são tratados e disponibilizados para a ANEEL a cada 8 horas via protocolo FTP.

Através de um software especial é possível gerar relatórios e gráficos dos dados.

Na Figura 1 é mostrada uma tela do sistema de monitoramento hídrico do rio Piracicaba, indicando o nível horário nas quatro estações de monitoramento.

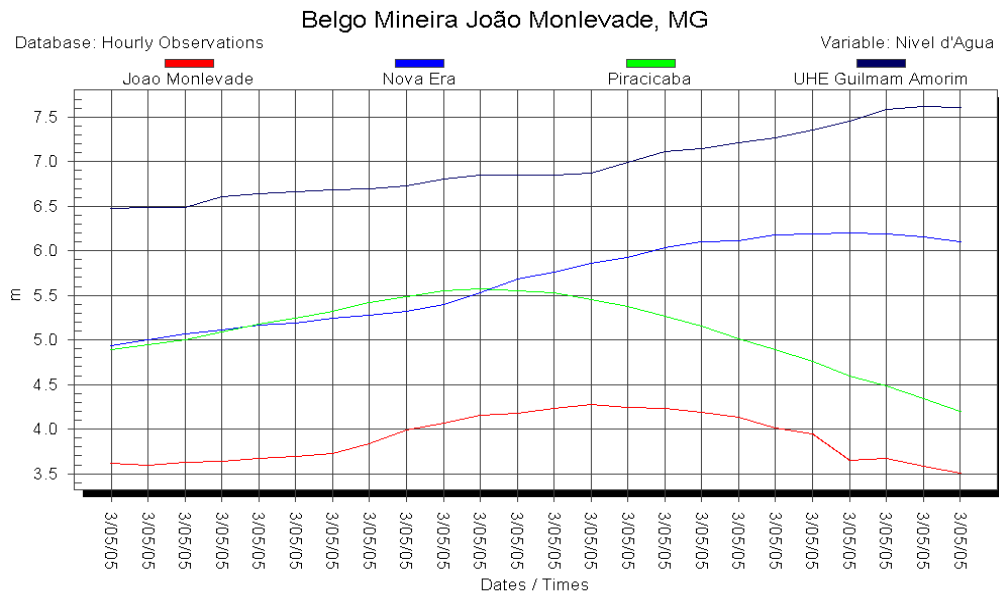


Figura 1. Nível horário do rio Piracicaba em quatro estações de monitoramento

Na Figura 2 é mostrada outra tela do sistema de monitoramento hídrico do rio Piracicaba, indicando precipitação pluviométrica diária nas 3 estações de monitoramento.

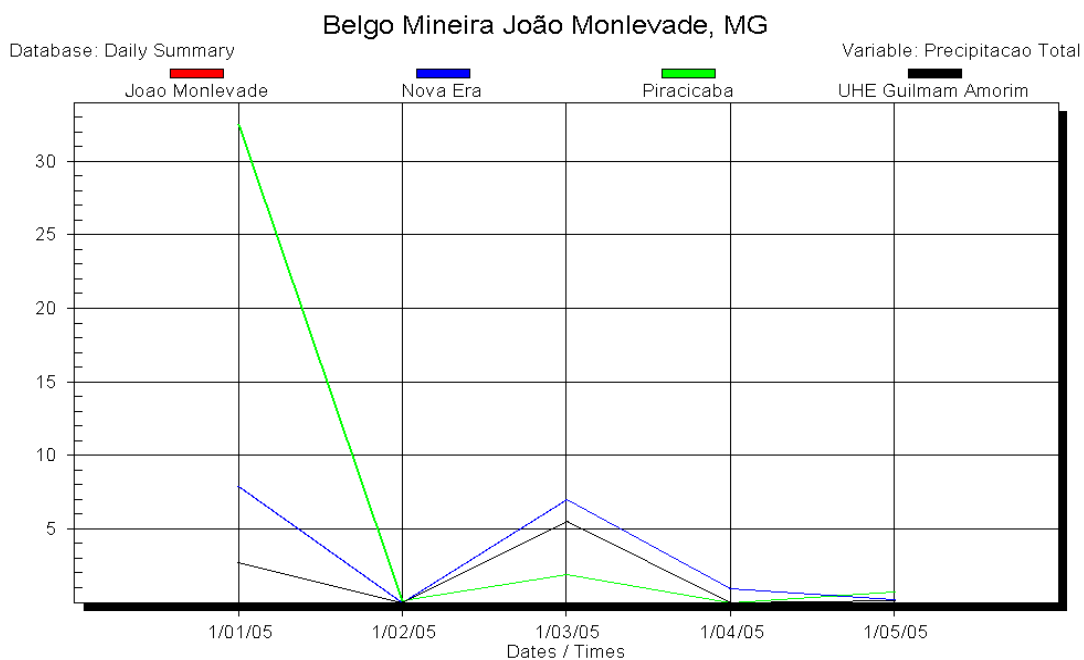


Figura 2. Precipitação pluviométrica diária em três estações de monitoramento.

Na Figura 3 é mostrada uma tela sistema de monitoramento hídrico do rio Piracicaba, indicando a precipitação pluviométrica horária nas 3 estações de monitoramento, com um pico de precipitação na estação da cidade de Rio Piracicaba

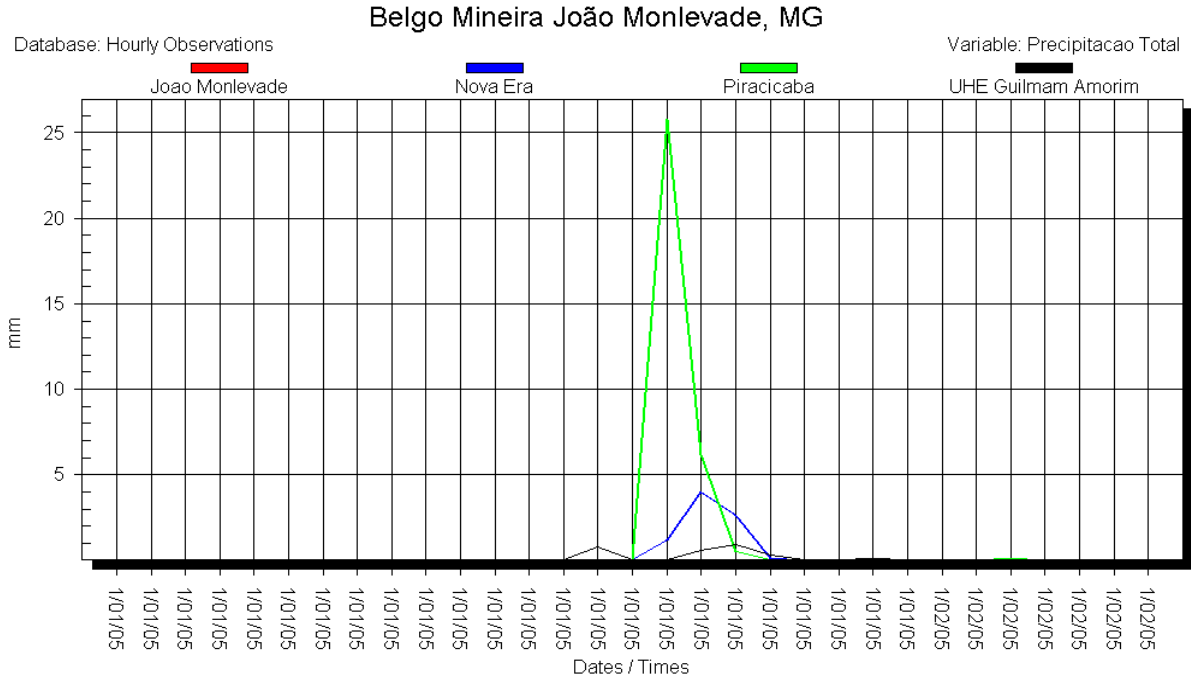


Figura 3. Precipitação pluviométrica horária em três estações de monitoramento.

A partir de junho de 2002, com a viabilização do sistema de monitorização do da bacia e a disponibilidade de dados passamos a monitorar os dados citados acima alterando os padrões operacionais de geração, principalmente os relacionados a tomada de decisão quanto a acumular água, subir o nível do reservatório, acrescentar ou retirar paus-prancha do reservatório, buscando sempre a melhor geração possível, associado a condições de segurança e ambientais. Exemplificando já no período úmido de 2003, entre novembro e março a administração da geração da PCH Piracicaba, utilizou os dados da estação hidrológica, a montante da PCH, conhecendo com antecedência de 4 horas a quantidade de água prevista a chegar na barragem e antecipar, ou melhor, se preparar para o aumento da potência gerada. Esta alteração nos padrões de trabalho trouxe como consequência um ganho significativo da energia elétrica gerada.

3 RESULTADOS ALCANÇADOS

Os resultados alcançados com a modernização da PCH Piracicaba mostram ganhos acima da expectativa inicial.

Na Figura 4 é mostrada a evolução do aumento da geração de energia elétrica na PCH Piracicaba em comparação com a média dos anos de 1997 a 2002.

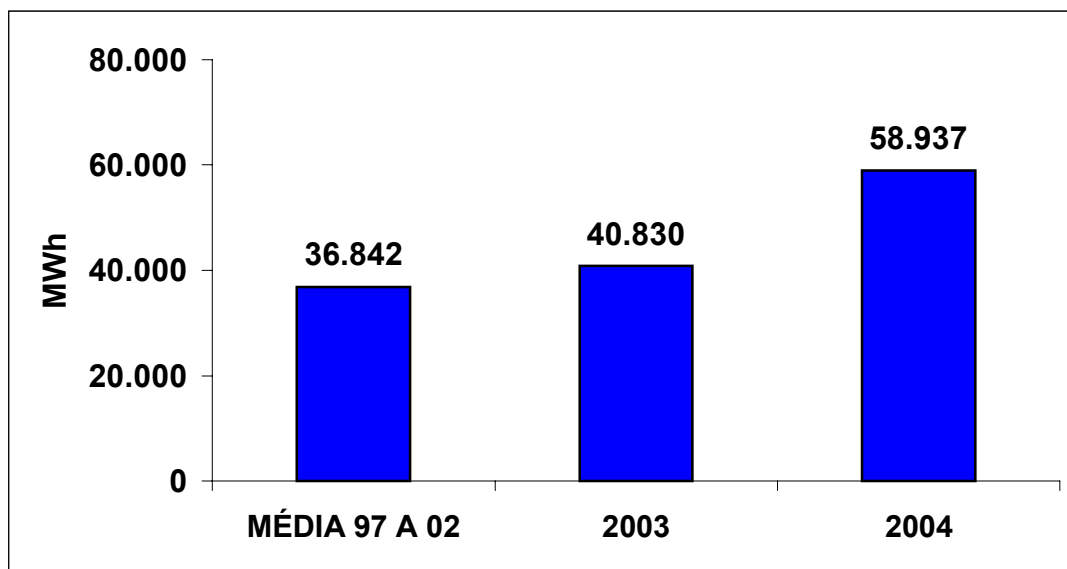


Figura 4. Evolução da geração da energia elétrica da PCH Piracicaba.

Na Figura 5 são mostrados os ganhos em R\$ com o aumento de energia gerada e de economia de demanda no horário de ponta.

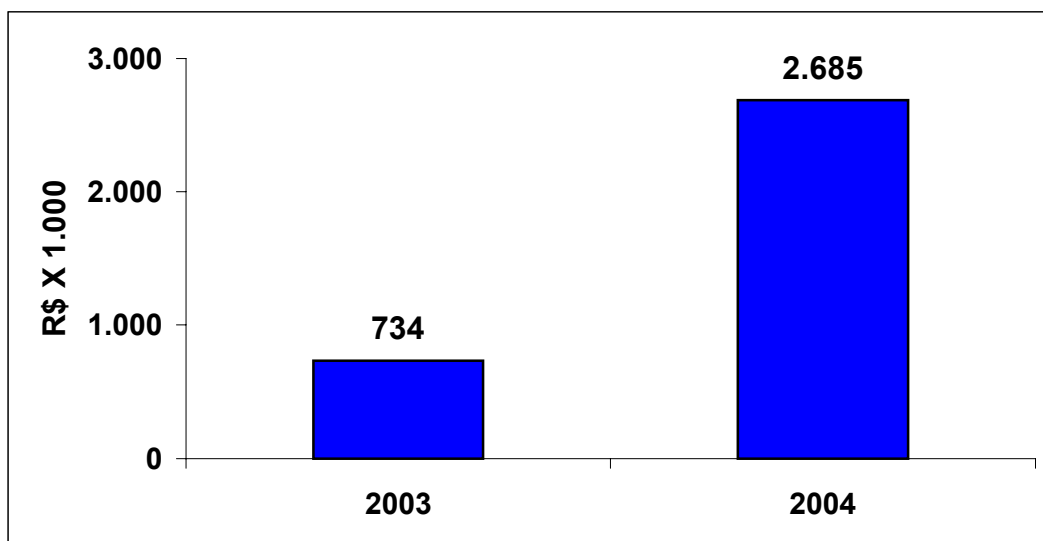


Figura 5. Ganhos com o aumento da energia elétrica gerada e da economia com a demanda no horário de ponta.

Na Figura 6 são mostrados as ocorrências de afundamento de tensão por parte da concessionária que perturbaram as diversas áreas da usina e bem menos a Máquina de Lingotamento Contínuo (MLC) , que é alimentada pelo barramento de paralelismo da PCH e concessionária.

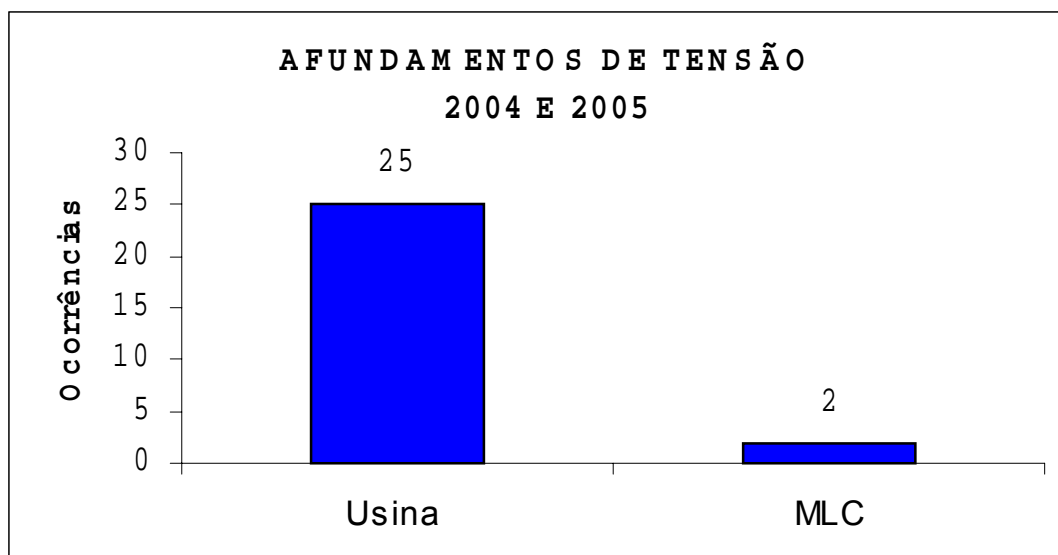


Figura 6. Ocorrências com afundamento de tensão

4 CONCLUSÃO

Além dos ganhos de R\$ 734.000 /ano, do investimento de R\$ 600.000 em modernização e de R\$ 150.000 em monitorização da bacia, temos ainda os ganhos significativos obtidos ao fazer o paralelo com a concessionária na alimentação de 6,6 KV da máquina de lingotamento contínuo (MLC) em função da criticidade do MLC da carga requerida e do elevado número de afundamentos oriundos da concessionária. Nas ocorrências de afundamentos a PCH Piracicaba consegue manter a tensão da MLC a níveis suportáveis. Com isto as paradas por afundamento de tensão tiveram uma redução significativa, minimizando perdas de produção.

As informações dos dados das estações hidrológicas também foram disponibilizados à ANA (Agência Nacional de Águas) que em época de chuvas faz o monitoramento 24 horas por dia da bacia do rio Doce.

A coordenação da defesa civil das cidades a jusante da barragem da PCH Piracicaba como João Monlevade, Nova Era, Coronel Fabriciano e Ipatinga, utilizam os dados das nossas estações hidrológicas Desta forma, em função dos dados obtidos podem tomar decisões tais como antecipar a retirada da população ribeirinha.

As estações hidrológicas instaladas em função de uma resolução normativa da ANEEL, trouxeram benefícios significativos para a Belgo na otimização da geração de energia elétrica e para a comunidade ribeirinha do rio Piracicaba.

ENERGETIC MANAGEMENT AND REVAMP OF BELGO'S PIRACICABA HYDROELECTRIC PLANT . MONLEVADÉ STEEL WORKS ¹

Alin Machado Chaves²
Vicente Aleixo Pinheiro Ribeiro³
Augusto Espeschit de Almeida⁴

Abstract

Founded in 1938, powered with 9 MW and 50 Hz generators the Piracicaba hydroelectric plant supplied all the Monlevade steel works needs and the neighborhood partially. Before 2001 the electric energy production was around 3.619 MWh / month, meaning 6,4% of the steel works consumption. The generators machines and system revamp concluded in 2002 raised the electric generation to 4.036 MWh/ month. With a hydrometric river system installation, changing operating standards and new management focused on minimize the utilization of environmental resources adopted a new power generation step was reached in 2004. This paper shows 2001 to 2004 project evolution, solutions, management changes and results improvements.

Key-words: Hydroelectric; Management; Belgo; Improvement.

¹ Paper to the 26th Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades – ABM – Salvador , Agosto 2005.

² Consultor em Energia Elétrica do Departamento de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, Belgo Siderurgia S/A.

³ Chefe do Departamento de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, , Belgo Siderurgia S/A.

⁴ Gerente de Engenharia, Manutenção, Automação e Meio Ambiente da Usina de Monlevade, , Belgo Siderurgia S/A.