



## XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

### Eficiência Energética em Sistema de Captação de Água

**Evandro Gustavo Romanini**  
**Elektro Eletricidade e Serviços S.A**  
evandro.romanini@elektro.com.br  
**Romeu Amadeu Romani Filho**

**Julian Villelia Padilla**  
**Enerenge – Engenharia e Informática Ltda**  
enerenge@terra.com.br

**MD Papéis Ltda**  
romeu@mdpapeis.com.br

#### Palavras-chave

Eficiência energética  
Sistema de captação de água  
Controle de vazão em bombas submersas

#### Resumo

Este trabalho visa apresentar um caso real de eficiência energética, implantado nas instalações industriais da MD Papéis, localizada na cidade de Caieiras – SP, com recursos técnicos e financeiros da Distribuidora de Energia Elektro, com a participação do Departamento de Engenharia e Manutenção da MD Papéis e com a assessoria da ESCO ENERENGE.

A empresa MD Papéis é fabricante de papéis especiais para o mercado nacional e internacional e em sua unidade industrial possui 04 máquinas de fabricação de papel, a partir da matéria prima celulose. O processo de fabricação requer grande quantidade de água (400 m<sup>3</sup>/hora) que é captada do rio Juqueri e é devidamente tratada para o uso industrial, sendo devolvida ao rio, após passar em um moderno sistema de tratamento de efluentes dentro do programa de preservação do meio ambiente da empresa.

O projeto consistiu na implantação de um novo sistema de captação de água automatizado composto de uma única bomba que substituiu com eficiência energética as 05 bombas de água existentes para a mesma função. O novo sistema de captação proporcionou uma redução da demanda de 76,5 kW e uma economia de energia de 698.000 kWh/ano que relativamente ao sistema existente correspondeu a uma redução de 46,4% na demanda e 50,5% no consumo de energia.

#### 1. Introdução

Este trabalho descreve tecnicamente a implantação realizada e os benefícios alcançados e é composto dos seguintes tópicos:

- Descrição resumida da instalação industrial;
- Descrição do sistema de captação existente;

- Descrição do novo sistema de bombeamento;
- Resultados e benefícios alcançados;
- Conclusões.

## **2. Descrição resumida da instalação industrial**

A empresa MD Papéis é fabricante de papéis especiais destinados ao setor industrial para embalagens, impressão e escrita, atendendo tanto ao mercado nacional como internacional. Possuem nesta unidade industrial quatro máquinas de papel além de calandras e rebobinadeiras que são responsáveis pela produção de diversificada linha de papéis com diferentes especificações técnicas para atender com qualidade as necessidades do mercado.

Esta unidade industrial trabalha 24 h/dia e 07 dias/semana.

Os setores produtivos que compõem esta unidade industrial são os seguintes:

- Preparo de Massa;
- Refinação;
- Máquinas de papel;
- Calandras;
- Rebobinadeiras;
- Utilidades (produção de vapor, captação e tratamento de água e de efluentes).
- 

Seus principais equipamentos do processo produtivo são bombas, misturadores, refinadores, acionamentos das máquinas de papel, calandras e rebobinadeiras, caldeiras e compressores de ar.

A infraestrutura industrial é composta de:

- Sistema de captação e tratamento de água;
- Sistema de tratamento de efluentes – ETE;
- Central de ar comprimido;
- Caldeiras de vapor (óleo BPF e gás natural);
- Sistemas de armazenamento de água industrial e de incêndio;
- Escritórios administrativos, oficinas, almoxarifado, vestiários e refeitório.
- 

O principal insumo energético desta instalação é a eletricidade e de forma complementar óleo combustível BPF e gás natural para as caldeiras.

Esta unidade é alimentada em 138 kV, pertencendo, portanto ao subgrupo A-2. A subestação de entrada possui dois transformadores 7,5/9,375 MVA que reduzem a tensão elétrica para distribuição em 13,8 kV.

A rede elétrica da MD Papéis é de grande porte e possui praticamente 29 MVA em transformadores distribuídos em 11 subestações unitárias junto aos principais setores produtivos e cargas elétricas.

## **3. Descrição do sistema de captação de água existente**

A captação da água para uso industrial era realizada através de uma bomba submersa com as seguintes características técnicas:

Vazão: 800 m<sup>3</sup>/hora.

Altura Manométrica: 05 m.c.a.

Potência: 35 CV

Fabricante: Flygt.

Esta bomba alimenta um reservatório onde outras duas bombas tipo centrífugas transferem a água para o sistema de tratamento localizado a praticamente 50 metros acima.

As características das bombas centrífugas existentes são as seguintes:

- Bomba 01 – KSB – Tipo: 125/40

Vazão: 250 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica: 70 m.c.a.

Potência: 100 CV.

- Bomba 02 – KSB – Tipo: 150/40

Vazão: 450 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica: 70 m.c.a.

Potência: 160 CV.

- Bomba 3 – KSB – Tipo: 150/40.

Vazão: 450 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica: 70 m.c.a.

Potência: 160 CV.

- Bomba 4 – KSB – Tipo: 125/40.

Vazão: 250 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica: 70 m.c.a.

Potência: 100 CV

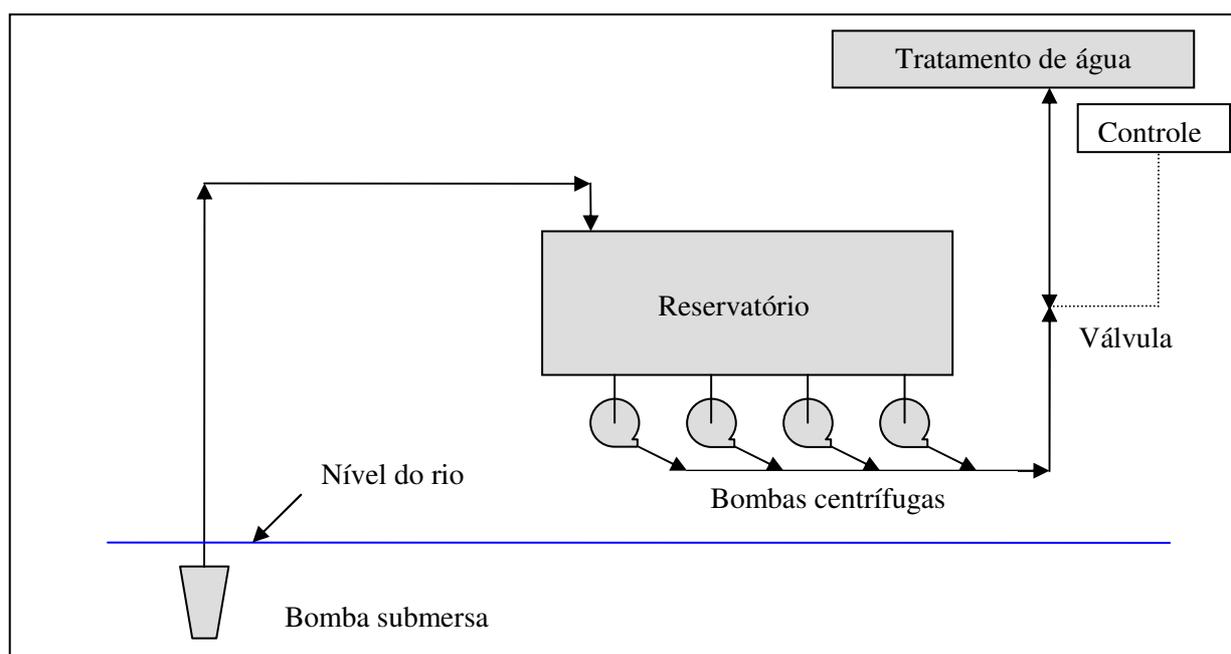
Normalmente funcionam duas bombas (160 CV + 100 CV).

Em função da diferença de capacidades de vazão entre a bomba submersa e as bombas centrífugas existe o transbordo permanente de água no duto transportador proveniente da bomba submersa. Para controlar a vazão existe uma válvula motorizada na saída das bombas centrífugas que restringem o volume de água transferido para o sistema de tratamento de água. Quando a fábrica trabalha com menor demanda de água existe uma perda energética representativa em função do maior transbordo de água e a restrição imposta pela válvula.



Fotos 01 e 02: Perdas de água por transbordo.

Esquemáticamente o sistema instalado era conforme abaixo.



Esquema 01: Sistema de Funcionamento do sistema de bombeamento

Foram realizadas medições de consumo de energia do sistema existente em condições normais de produção.

Equipamento	Potência CV	KW médio Medido
Bomba Captação Flygt	35	10,5
Bomba KSB	100	53,0
Bomba KSB	160	101,2
TOTAL	285	164,7

Tabela 01: Potência anterior do sistema de bombeamento.

O funcionamento do sistema de captação é de 8.400 horas / ano.

Sistema anterior – Três bombas em operação		
Consumo Médio Anual	1.383.480	kWh/ano
Demanda	164,7	kW

Tabela 02: Consumo anterior do sistema de bombeamento.

#### 4. Descrição do novo sistema de captação de água

A solução proposta para a captação de água foi utilizar uma única bomba submersa com capacidade suficiente para vencer o desnível existente entre o tratamento de água e o rio para fornecer o volume de água necessário sem passar pelo reservatório, sendo que através de um inversor de frequência foi modulada a vazão conforme as necessidades de processo.

As características da bomba nova são as seguintes:

Moto bomba submersível em ferro fundido.  
Vazão: 600 m<sup>3</sup>/h.  
Altura manométrica: 70 m.c.a.  
Modelo: NS3231 – DU 665-0237.  
Potência: 119 kW  
Fabricante: Flygt.



Fotos 03 e 04: Bomba submersa Flygt (catálogo e instalada).

Inversor de Frequência.  
Capacidade: 119 kW  
Corrente: 224 A  
Tensão de alimentação: 380 V  
Fabricante: Siemens.  
Placa de controle: APP Flygt com sensor de nível piezo.



Fotos 05, 06 e 07: Painel do inversor de frequência alimentador da bomba.

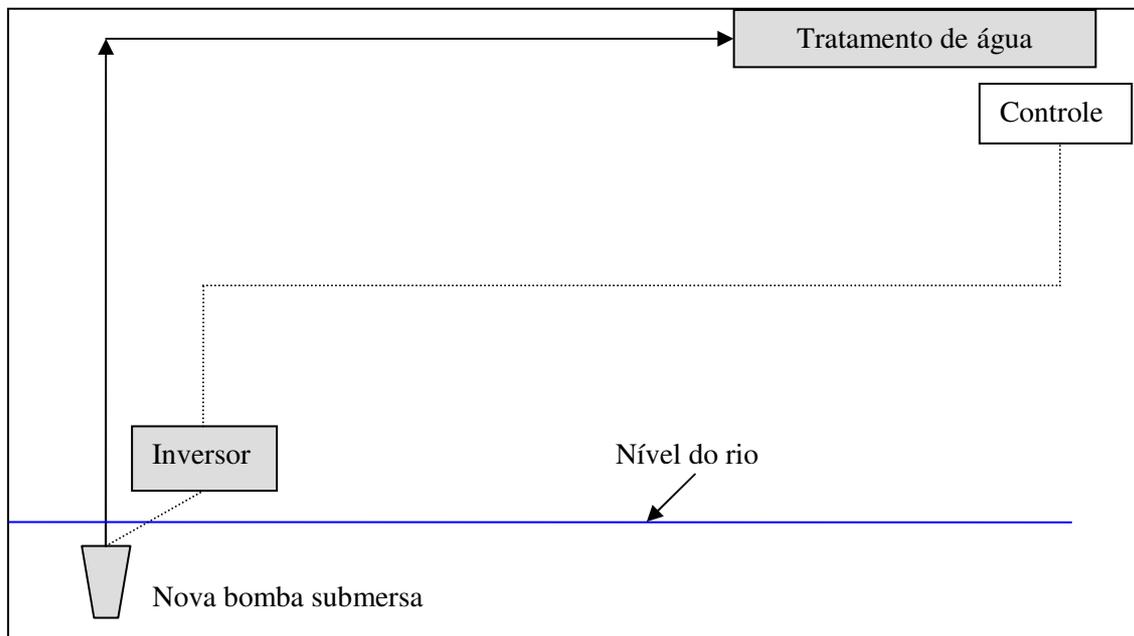


Fotos 08 e 09 - Nova tubulação feita para interligar a bomba submersa e o reservatório.



Fotos 10 e 11: Transbordamento de água eliminado no novo sistema de captação.

Esquema do novo sistema de bombeamento.



Esquema 2 – Novo sistema de bombeamento.

## 5. Resultados e benefícios atingidos

Para apuração das economias foi instalado um registrador de grandezas elétricas no alimentador do painel do inversor de frequência da nova bomba com a planta industrial funcionando em condições normais.

Início dos registros:	06/09/07 às 15h45.
Término dos registros:	20/09/07 às 15h00.
Duração total:	13 dias 23h e 15 min.
Tempo total:	335,25 horas

Demanda máxima registrada:	88,2 kW.
Consumo total no período:	27.355 kWh.
Tempo total de funcionamento:	335,25 horas.
Demanda média:	81,6 kW.

O gráfico a seguir apresenta o perfil de demanda obtido.

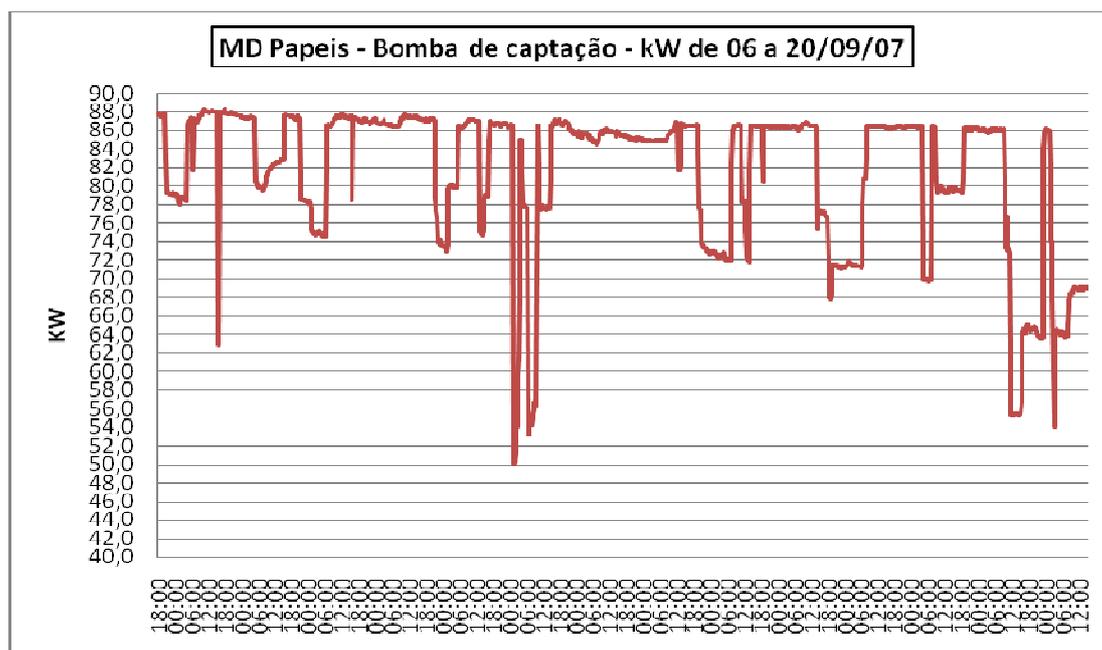


Gráfico 01: Perfil de Demanda obtido com o novo sistema de bombeamento.

Equipamento	Demanda máxima kW	Demanda Média kW
Bomba Captação Flygt+inversor	88,2	81,6

Tabela 03: Nova demanda do sistema de bombeamento.

Para o mesmo período de funcionamento (8.400 horas/ano).

Sistema Novo - Uma bomba submersa + inversor		
Consumo Médio Anual	685.440	kWh/ano
Demanda	88,2	kW

Tabela 04: Novo consumo do sistema de bombeamento.

Resultados de economia		
Economia energia	698.040	kWh/ano
Redução de demanda	76,5	kW

Tabela 05: Resultados de economia de energia.

Além dos ganhos diretos com energia elétrica, outros benefícios foram auferidos:

- Para a MD Papéis, redução do consumo específico e das despesas operacionais da indústria;
- Para a MD Papéis, atendimento à política de preservação do meio ambiente através de um sistema mais eficiente de captação.
- Para a MD Papéis, redução das despesas de manutenção pois a captação é realizada por apenas uma bomba eliminando 5 bombas muito antigas e com elevado custo de manutenção.
- Para a MD Papéis, possibilidade de ampliar a economia ora apurada quando da operação parcial de suas máquinas de papel. Quanto menor for a necessidade de água no processo maior será a economia.
- Para a ELEKTRO, melhor conhecimento do uso final do segmento industrial;
- Para a ELEKTRO, melhoria do relacionamento com o consumidor.

## 6. Conclusões

A planilha a seguir apresenta o resumo dos resultados de economia alcançados que superaram as projeções iniciais.

<b>Resultados mensais</b>	<b>Demanda – kW</b>	<b>Consumo mensal - kWh</b>
Situação antes	164,7	115.290
Situação depois	88,2	57.120
Economia	76,5	58.170
Economia %	46,4%	50,5%

Tabela 06: Resumo das economias.

O sistema está funcionando adequadamente e de forma automática modulando a velocidade da bomba de captação conforme as necessidades de água no processo de fabricação. O sistema antigo de captação permanece instalado para o caso de manutenção do novo sistema.

As perdas de água existentes no processo de bombeamento antigo através do transbordamento no canal e no reservatório intermediário foram eliminadas e agora somente é retirado do rio Juqueri a água efetivamente necessária no processo industrial.

O emprego de uma solução tecnologicamente mais avançada associada a um sistema de controle microprocessado e automático permitiu alcançar a expressiva redução de praticamente 50% da necessidade de energia elétrica.

## 7. Referências Bibliográficas

Brasil. LEI No. 9991, 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e da outras providências. Acesso em: 22 fev. 2008, disponível em <http://www.lei.adv.br/9991-00.htm>

RESOLUÇÃO NORMATIVA No. 176 [da] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Brasília, 2005. Acesso em 21/02/2008, disponível em: <HTTP://www.aneel.gov.br/cedec/ren2005176.pdf>

Lei N° 9.991 de 24/07/2000 regulamentada pelo decreto N° 3.867 de 16/07/2001.

PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA [da] Elektro. Relatório Final – Ciclo 2004/2005. Campinas, 2007. 51 p.