

## 24º. Encontro Técnico AESABESP

### VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE MOTORES DIESEL ACOPLADOS DIRETAMENTE A BOMBAS PARA CONTINGÊNCIA EM CASOS DE INTERRUPTÃO NO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

**Marcio Barbetto Menezes<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Mecânico pela Universidade Paulista - Unip (2010), Tecnólogo Mecânico – Processos de Produção pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC (1998). Engenheiro da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Aurélio, 1.125 - Lapa – São Paulo - SP - CEP: 05046-001 - Brasil - Tel: +55 (11) 3866-2107 - Fax: +55 (11) 3831-3076 - e-mail: [mbmenezes@sabesp.com.br](mailto:mbmenezes@sabesp.com.br)

#### RESUMO

Interrupções no fornecimento de energia elétrica via concessionária são inevitáveis. O caminho da energia, desde sua geração nas diversas usinas, passando pela transmissão, elevações e rebaixamentos de tensão até a chegada ao consumidor é bastante complexo e está sujeito a falhas de diversas ordens, como fenômenos naturais, falhas em equipamentos, manutenções preventivas e corretivas, etc.

Caso não haja um sistema de emergência, essas interrupções no fornecimento de energia elétrica podem parar totalmente uma estação de bombeamento e comprometer severamente o abastecimento de água na região atendida.

Diante disso, e também devido a exigências cada vez maiores por parte dos órgãos reguladores, as empresas de saneamento vêm buscando implantar sistemas de contingência para tais eventos.

Hoje, uma das formas mais lógicas e usuais para contornar tal dificuldade é, sem dúvida, a implantação de geradores de energia a diesel.

O objetivo deste artigo é apresentar uma solução, que em muitos casos, pode se mostrar mais simples, mais eficiente e mais econômica. Nesse caso, a solução sugerida se baseia na implantação de bombas acionadas diretamente por motores diesel.

Em suma, é um sistema que, de certa forma, também já é bastante conhecido no mercado, quando se pensa em sistemas de combate a incêndio. A novidade, nesse caso, refere-se à aplicação deste tipo de montagem como sistema de contingência em estações de bombeamento de água, em especial, nas plantas sob responsabilidade das companhias de saneamento básico.

A análise teórica, técnica e financeira e um caso real bem-sucedido serão apresentados e detalhados neste artigo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia, Contingência, Diesel

#### INTRODUÇÃO

Diversos tipos de estabelecimentos, no mundo todo, dispõem de sistemas de contingência para eventos de falta de energia elétrica via concessionária. Dentre as soluções disponíveis, o sistema mais usual é, sem dúvida, o que utiliza geradores de energia movidos a diesel que suprem, total ou parcialmente, a necessidade de energia durante tais ocorrências. É bastante comum vermos esse tipo de gerador instalado em hospitais, shopping centers, escolas, etc.

Dessa forma, quando do surgimento da necessidade de implantação desse tipo de sistema de contingência em estações de bombeamento de água, naturalmente, uma das primeiras alternativas estudadas acaba seguindo a mesma linha, ou seja, geradores de energia movidos a diesel.

Contudo, no caso de instalações de bombeamento, em muitos casos, existe uma alternativa ainda não usual, que pode se caracterizar como mais direta, mais eficiente e econômica. A sugestão, nesse caso, é a implantação de bombas acionadas diretamente por motores diesel.

A primeira vantagem verificada, nesse caso, se dá pelo seguinte aspecto: Na solução através de geradores diesel, a energia mecânica do motor diesel é convertida em energia elétrica pelo gerador, essa energia elétrica é então novamente convertida em energia mecânica pelo motor elétrico acoplado a bomba, a qual finalmente transforma a energia mecânica em energia hidráulica, bombeando assim a água. A cada conversão, observamos significativas perdas de energia, já que nenhum dos sistemas envolvidos chega a uma eficiência de 100%.

No sistema que utiliza bombas acionadas diretamente por motores diesel, duas etapas de conversão são eliminadas, sendo que a energia mecânica produzida pelo motor diesel é convertida diretamente para energia hidráulica através da bomba, ou seja, eliminou-se a conversão de energia mecânica em elétrica e a conversão desta energia em mecânica. Nas figuras 1 e 2 abaixo, tem-se uma visão melhor da configuração básica dos dois sistemas:

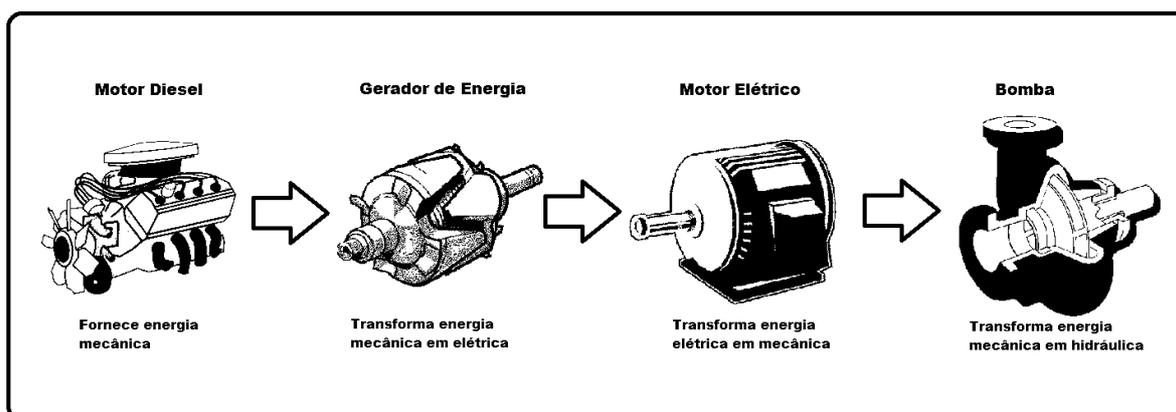


Figura 1: Sistema de acionamento de bomba através de gerador de energia

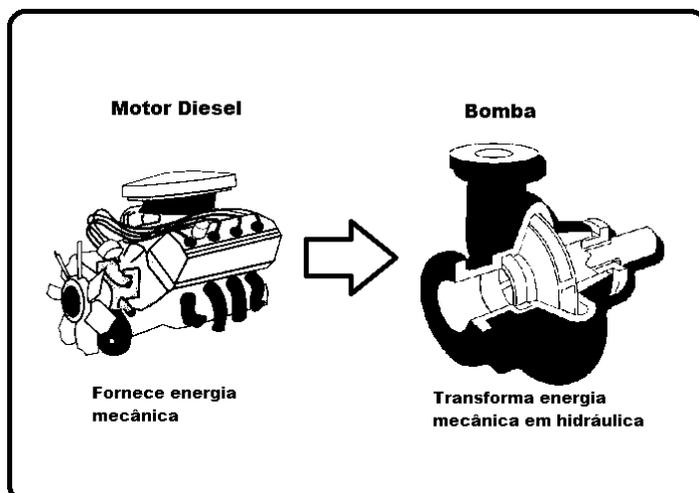


Figura 2: Sistema proposto: Bomba acionada diretamente por motor diesel.

A simplificação do sistema, com a utilização de bombas acionadas diretamente por motores diesel, traz alguns benefícios mais evidentes, como maior rendimento global e confiabilidade, e também algumas vantagens adicionais, as quais serão detalhadas adiante nesse artigo.

## OBJETIVO

A meta central desse artigo é conceituar o sistema de contingência para falta de energia elétrica através da tradicional utilização de geradores de energia e compará-lo com a solução proposta, que faz uso de bombas acionadas diretamente por motores diesel. Com isso, pretende-se fornecer subsídios básicos para que as empresas e suas equipes técnicas possam escolher qual a melhor alternativa de acordo com suas particularidades.

## Materiais e métodos

Os materiais normalmente empregados numa solução convencional através de geradores de energia apresentam, grosso modo, os seguintes rendimentos estimados, que utilizaremos como exemplo para efeito comparativo entre as soluções:

Gerador elétrico:  $\eta = 95 \%$

Motor elétrico:  $\eta = 95 \%$

Bomba:  $\eta = 80 \%$

Dessa forma, teríamos um rendimento global de aproximadamente:

$$0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ ou } \mathbf{72\%}$$

Na solução proposta, eliminaríamos o gerador elétrico e o motor elétrico, sendo assim, teríamos envolvido apenas o rendimento da bomba, ou seja, **80%**.

Com isso, levando em conta apenas a diferença no rendimento global dos sistemas, teríamos uma economia da ordem de 10%. Essa economia se reflete na possibilidade de instalar um motor diesel de menor porte e também no menor consumo de diesel quando o sistema for acionado.

Outro fator que deve ser levado em conta, no caso da implantação de gerador, é que o mesmo deve ser dimensionado de forma a suportar a corrente de partida do motor elétrico, que pode chegar a 5 ou 6 vezes a corrente nominal. De modo geral, no entanto, com a utilização de partidas não simultâneas dos grupos e outros dispositivos elétricos e eletrônicos de partida, podemos dizer que o gerador de energia é dimensionado com uma folga de pelo menos 30 a 50%. Ou seja, se você tem a potência total de suas bombas em 100 cv, o gerador seria dimensionado em algo como 130 ou 150 cv.

Uma vantagem adicional importante na utilização de bombas acionadas diretamente por motores diesel refere-se à possibilidade de contingência para outras situações não ligadas à concessionária de energia. Na utilização de geradores, a energia deste chega até os motores através das cabines e painéis que compõe o sistema normal de alimentação da estação. No caso de panes ou necessidade de manutenção nesses componentes, ou seja, panes ou paradas programadas nas cabines e painéis, o gerador de energia não terá efeito. Por outro lado, os grupos com bombas acionadas diretamente por motores diesel podem ser utilizados normalmente, evitando dessa forma desabastecimentos na região atendida pela estação.

Em termos de custos, observamos que a solução através de bombas acionadas diretamente por motores diesel apresenta custo menor, em relação à solução através de geradores. Alguns dados concretos para ilustrar esse comparativo serão apresentados a seguir.

## Estudo de Caso

Para ilustrar as considerações feitas na opção por um dos sistemas de contingência, segue abaixo, dados de um caso real, onde foram instalados grupos com bombas acionadas diretamente por motores diesel.

Trata-se da Estação Elevatória de Água Tratada – EEA – VI. Bela, pertencente à Sabesp e localizada na Zona Leste da cidade de São Paulo.

Essa estação recalca água para um reservatório em cota mais elevada e atende a uma população de aproximadamente 200 mil pessoas.

São utilizados 2 ou 3 conjuntos moto-bomba simultaneamente, dependendo do horário, sendo as principais características de cada um deles, as descritas abaixo:

Vazão de cada bomba: 1350 m<sup>3</sup>/h

Altura manométrica: 47 mca

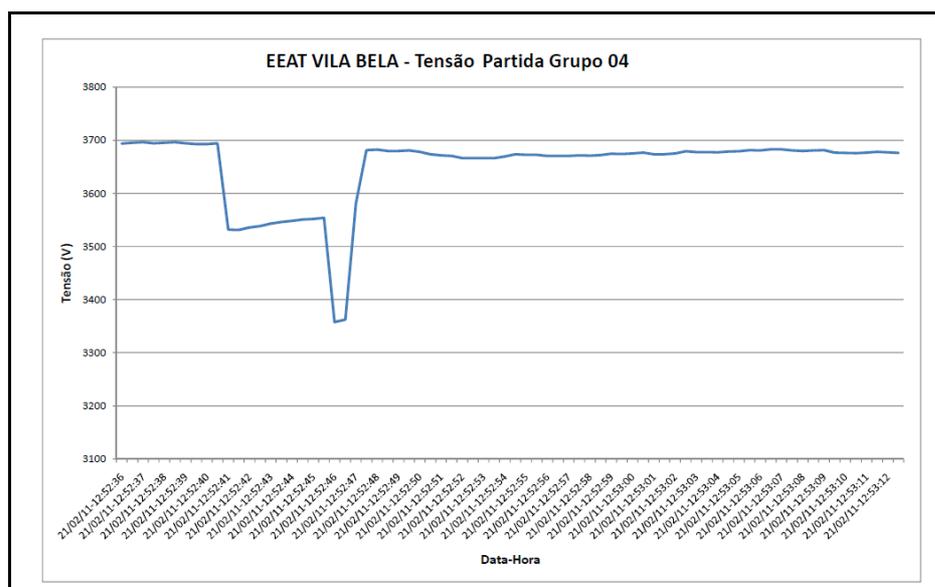
Rotação: 1770 rpm  
Potência de cada motor: 300 cv

Abaixo, na figura 3, vista parcial da casa de bombas da EEA VI. Bela, mostrando os conjuntos moto-bomba existentes, acionados via motores elétricos:

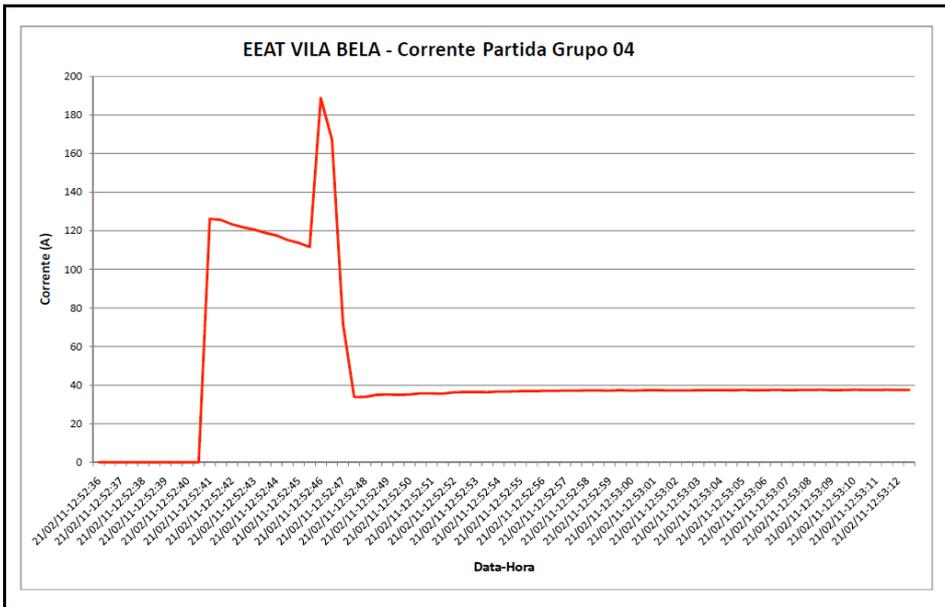


**Figura 3: Vista parcial da casa de bombas – EEA VI. Bela**

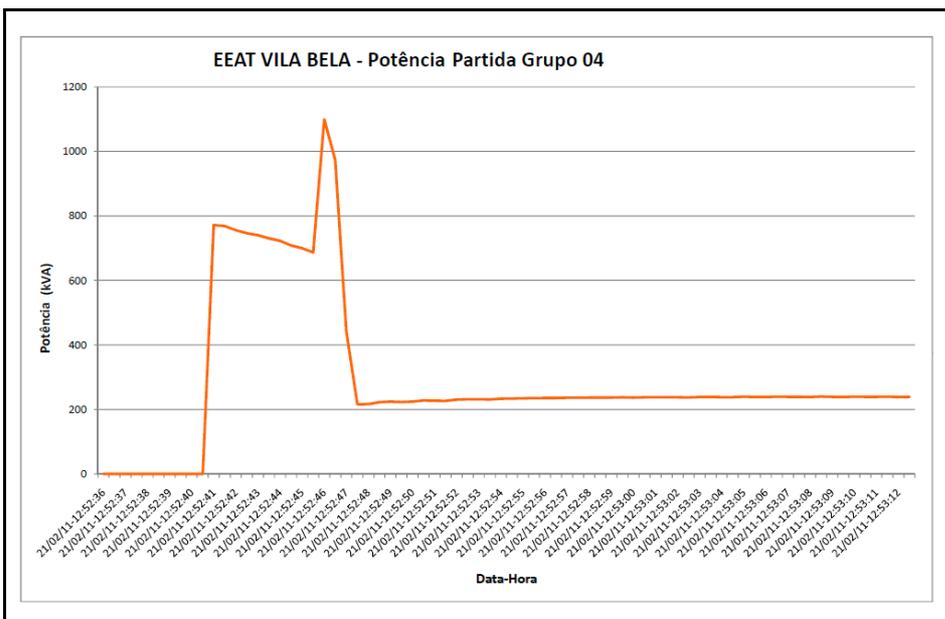
Em razão de um histórico com muitas interrupções e quedas de tensão no fornecimento de energia elétrica da região, decidiu-se pela implantação de um sistema de contingência nesta estação. A primeira alternativa analisada foi a implantação de geradores de energia. Para determinar de forma confiável a potência consumida pelos grupos moto-bomba, inclusive no momento da partida, foram feitos testes e medições in-loco. Foi feito levantamento da curva de tensão, corrente e potência consumida pelo motor de um dos grupos, conforme reproduzido abaixo:



**Figura 4: Tensão de partida – Grupo 4 – EEA VI. Bela**



**Figura 5: Corrente de partida – Grupo 4 – EEA VI. Bela**



**Figura 6: Potência de partida – Grupo 4 – EEA VI. Bela**

No caso dessa elevatória, a partida dos motores é do tipo compensada, o que ameniza o pico de potência consumida na partida. Ainda assim, temos um pico de 1100 kVA na partida contra 240 kVA de potência consumida em regime. Ou seja, temos um pico de potência consumida de 4,5 vezes a potência de regime.

No caso de utilizar gerador de energia, o mesmo deve ser capaz de suportar esse pico de consumo.

No caso da elevatória em questão, existem 3 grupos que podem ser acionados, porém com as partidas dos motores escalonadas, para evitar que os picos de partida sejam sobrepostos. Nesse caso, a potência máxima a ser suportada pelo gerador é calculada abaixo:

2 motores em regime:  $240 + 240 = 480$  kVA  
Terceiro motor partindo: Pico de 1100 kVA  
Total geral:  $480 + 1100$  kVA = 1580 kVA

Considerando uma potência de mercado e mais uma folga operacional, foi selecionado um gerador de energia com potência de 2.000 kVA (2 MVA).

Esse gerador utiliza 4 motores Scania DC12 53, cada um com potência de 550 cv @ 1800 rpm, totalizando 2.200 cv de potência instalada.

O valor estimado no mercado para aquisição e instalação de equipamento dessa classe de potência fica em torno de R\$ 3,5 milhões.

Em relação ao porte, pode-se ter uma visão geral, através do registro fotográfico abaixo, feito na própria Elevatória VI. Bela, quando esta ainda dispunha de geradores elétricos locados:



**Figura 7: Geradores de Energia locados – EEA VI. Bela**

#### **Alternativa proposta: Utilização de motores diesel acoplados diretamente às bombas.**

Nesse caso, a solução para a contingência se dá através da implantação de grupos moto-bomba reservas acionados diretamente por motores diesel.

Para esse projeto, o motor de mercado selecionado para atender à potência necessária foi o Mercedes-Benz OM 447 LA, cada um com potência de 336 cv @ 1800 rpm, totalizando 1008 cv de potência instalada.

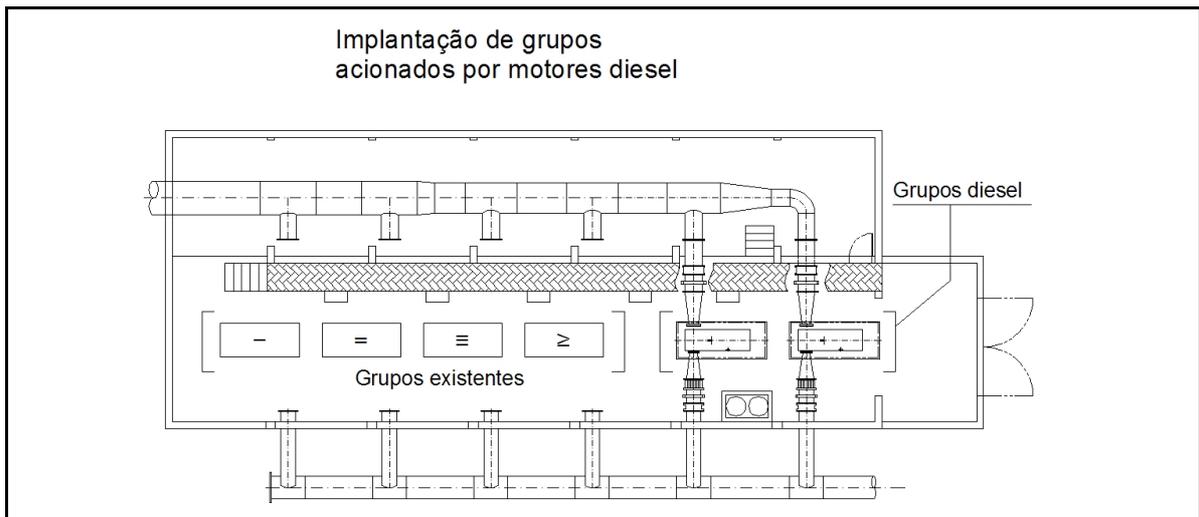
O dado acima é muito relevante para efeito de comparação das alternativas, conforme comparativo abaixo:

Potência Total dos motores diesel na solução via gerador de energia: 2.200 cv.

Potência Total dos motores diesel na solução via acoplamento direto às bombas: 1.008 cv.

Para esse projeto específico, a Sabesp optou por implantar 2 grupos acionados por motores diesel, já que com essa quantidade atenderia satisfatoriamente às condições de contingência.

Abaixo, segue planta geral dos grupos diesel dimensionados para a estação:



**Figura 8: Planta para instalação dos grupos diesel**

### Conclusão

O sistema de contingência para falta de energia elétrica através de motores diesel acoplados diretamente a bombas apresenta diversos ganhos em relação ao uso de geradores de energia. Os principais pontos avaliados como comparativo entre os dois sistemas são elencados na tabela abaixo:

	Solução via Gerador de Energia	Solução via Motor Diesel Acoplado Diretamente a Bombas
Potência total instalada dos motores diesel	Maior	Em torno de 30 a 50% menor
Porte dos Equipamentos	Maior	Significativamente menor, viabilizando a instalação dentro da casa de bombas.
Custo de aquisição da solução	Maior	Em torno de 30% menor
Contingência em caso de manutenções corretivas ou preventivas em componentes elétricos (transformadores, painéis, etc.)	Não	Sim

**Tabela 1: Comparativo entre características principais dos sistemas de contingência via gerador de energia e motores diesel acoplados diretamente a bombas.**

Devido às vantagens acima, a utilização do sistema de contingência através de motores diesel acoplados diretamente a bombas, mostra-se como uma alternativa viável, na maioria dos casos.

### Recomendações

O sistema proposto, como demonstrado neste artigo, proporciona diversos ganhos em relação à solução tradicional através de geradores de energia. Face às crescentes exigências por qualidade e disponibilidade dos serviços de abastecimento de água, por parte dos clientes e órgãos reguladores, é de suma importância que se disponha de sistemas de contingência nas instalações de bombeamento, especialmente em locais onde o histórico da estação elevatória apresente indicadores desfavoráveis sob o ponto de vista de regularidade do funcionamento.

No projeto de novas unidades de bombeamento, é importante determinar os riscos envolvidos, as possíveis consequências e a confiabilidade desejada, no intuito de determinar a necessidade e os sistemas de contingência a serem implantados. O melhor momento de fazer essa análise é, sem dúvida, no momento do estudo de concepção. Entretanto, mesmo para plantas já funcionando, é possível implantar sistemas de redundância/contingência de forma a mitigar os danos e aumentar sensivelmente a confiabilidade geral do sistema. Sendo assim, o sistema de motores diesel acoplados diretamente a bombas se mostra como mais uma opção a ser considerada para tal finalidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RIBAS, FERNANDO A. C., Otimização da Geração de Energia em Centrais Hidrelétricas. 3º. Simpósio de Especialistas em Operação de Centrais Hidrelétricas, p. 7, nov. 2002.
2. TSUTIYA, MILTON TOMOYUKI., Abastecimento de Água. 2a. Edição – 2005 - São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p. 235-237.