

# Três Passos para Reduzir o Custo Total de Propriedade em Sistemas de Bombeamento

Por Lionel Gaudrel e Arnaud Savreux

## Sumário Executivo

O custo da energia elétrica vem se tornando uma fração cada vez maior do custo total de propriedade (TCO) de sistemas de bombeamento industrial. De fato, o custo da energia representa 40% do custo total de propriedade de uma bomba típica. É possível reduzir o consumo de energia em até 30% por meio de práticas adequadas de gerenciamento de energia, reduzindo o custo de manutenção ao mesmo tempo. Este artigo explica como reduzir o TCO com um investimento limitado

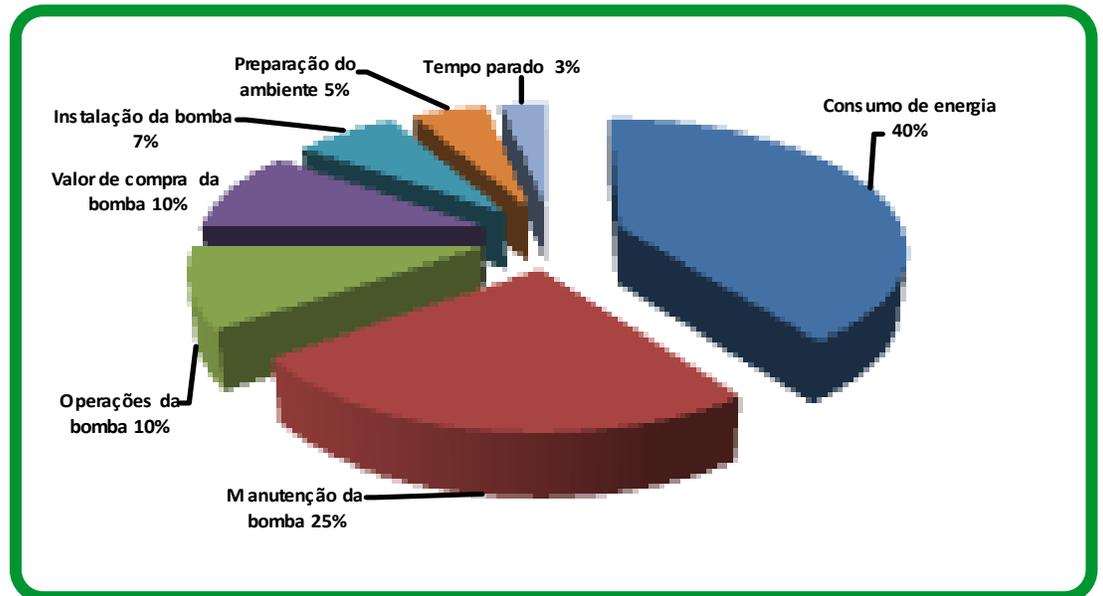
## Introdução

Onde quer que os sistemas de bombeamento estejam presentes - em ambientes como edifícios e instalações de água/esgoto e de petróleo e gás - o consumo da energia exerce uma grande influência sobre o custo. Apesar do fato do custo da energia elétrica representar 40 % do custo total de propriedade (ver **Figura 1**) dos sistemas de bombeamento, muitas organizações deixam de aplicar as medidas corretas para alavancar uma redução de custos por meio de melhorias na eficiência. Para resolver esse dilema, a seguir as principais barreiras que precisam ser reconhecidas e tratadas:

- **Falta de métricas adequadas** - A eficiência energética não tem sido tradicionalmente utilizada ao avaliar o desempenho. Na maioria das organizações, as responsabilidades pela aquisição da energia e por operações eficientes são separadas e não são utilizadas métricas consistentes ou padronizadas.
- **Falta de conhecimento** - É predominante a falta de conscientização de oportunidades na área de eficiência energética, resultando na perda de economias potenciais e outros benefícios.
- **Medo de investimentos** - O pessoal da operação muitas vezes reluta em apresentar investimentos grandes e atraentes ou até mesmo pequenos para seu departamento financeiro.

**Figura 1**

*Perfil típico do custo do ciclo de vida de uma bomba (Cortesia do Instituto de Hidráulica e Assuntos de Sistemas de Bombas)*



Este artigo demonstra como a implantação de um plano de gerenciamento de energia, com um investimento limitado, pode proporcionar reduções no TCO de sistemas de bombeamento, mantendo ao mesmo tempo os objetivos de sustentabilidade. Qualquer plano de energia concreto deve levar em conta os três passos a seguir:

1. Gerenciamento da eficiência energética
2. Gerenciamento dos ativos
3. Gerenciamento do custo da energia elétrica

Para os fins deste artigo, o escopo de um sistema de bombeamento será definido como o englobamento de todos os elementos relacionados, começando a partir do ponto de conexão com a rede elétrica até o ponto de uso final. Este artigo ilustrará como boas práticas de gerenciamento de energia podem resultar em uma redução de 20% no TCO e um retorno de investimento (ROI) em até 24 meses.

## Passo 1: Gerenciamento da eficiência energética

A eficiência energética agora é prioridade global para países industrializados e emergentes. A conferência no Rio de Janeiro e Cúpula da Terra em 1992 e o Protocolo de Quioto de 1997 resultaram na assinatura de um tratado mundial que estabelece metas obrigatórias para a redução das emissões de gases do efeito estufa.

A Agência Internacional de Energia (AIE), vários governos e ONGs concordaram que a redução das emissões de  $\text{CO}_2$  e as economias de energia resultantes podem ser obtidas por meio da introdução de produtos e sistemas eficientes em termos de energia.

O desafio, entretanto, é que a natureza da produção em ambientes industriais está em um estado de variação constante. Os ciclos de produção, por exemplo, são influenciados por variáveis como a demanda do mercado, condições climáticas, e regulamentações locais. Assim, os operadores das fábricas e dos edifícios precisam entender como e quando a energia é utilizada, para minimizar o consumo e os custos associados.

A abordagem do gerenciamento de energia de sistemas de bombas analisada neste artigo analisará a natureza da perda de eficiência, não apenas para os componentes individuais do sistema, mas também para o sistema como uma entidade integrada completa.

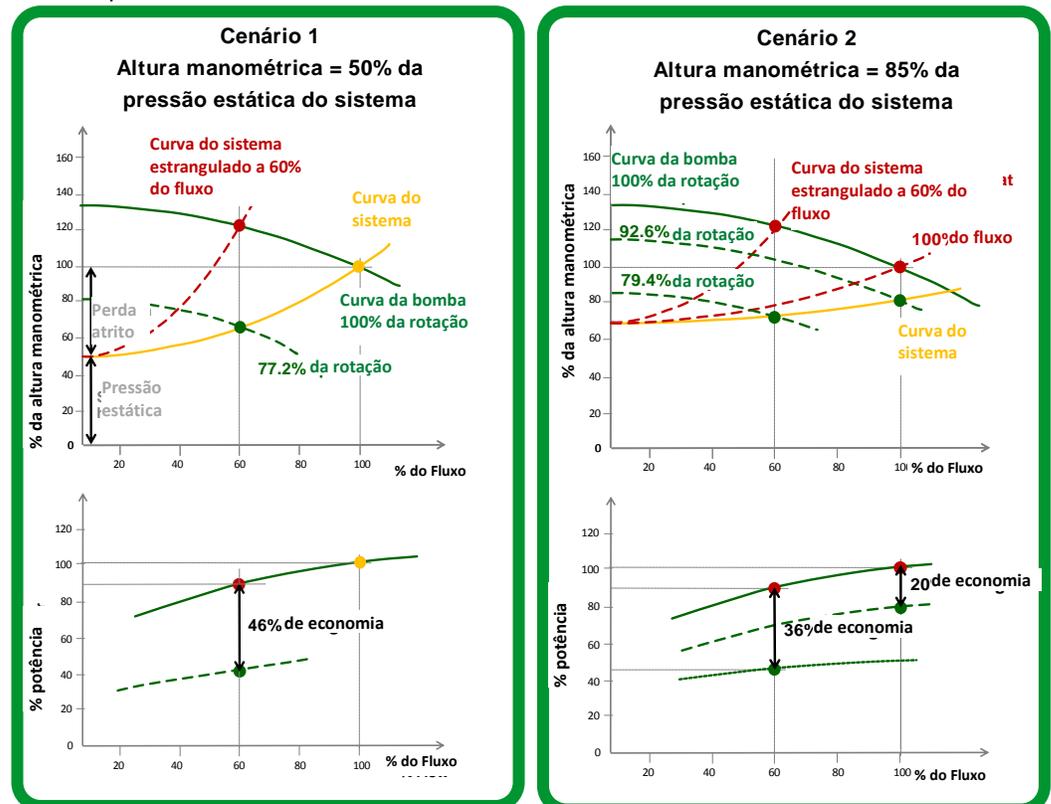
Em sistemas de bombeamento, a maioria das ineficiências é devido a:

- Incompatibilidade entre a bomba usada e a necessidade real do sistema (ou seja: bomba subdimensionada ou superdimensionada)
- Uso indevido de válvulas de estrangulamento e tecnologias de amortecimento para controlar o fluxo de líquidos

Estes dois itens implicam que a forma do controle dos sistemas de bombeamento desempenha um papel importante em como a eficiência pode ser melhorada. Os próprios sistemas de controle são compostos de componentes físicos e de software. Em relação aos componentes físicos, inversores de frequência são os principais responsáveis pelo desempenho de alta eficiência.

### Figura 2

Energia economizada com acionamentos de rotação fixa contra rotação variável, com 100% e 60% de fluxo, de acordo com a pressão estática e o dimensionamento da bomba. O ponto de operação é representado pela intersecção da curva da bomba com a curva do sistema



O exemplo da **Figura 2** compara duas instalações (uma com um inversor de frequência e outra com rotação fixa e sistema de estrangulamento), na qual as pressões estáticas (diferenças entre as alturas do ponto de suprimento e do uso final) são diferentes.

- Em rotação fixa (o exemplo com o sistema de estrangulamento), é necessário adicionar uma válvula de estrangulamento no circuito hidráulico. Esta válvula ajusta o fluxo, quando se aumenta ou diminui a resistência ao fluxo. Isto modificará a curva do sistema. Entretanto, a rotação permanece a mesma para que a curva da bomba não mude. A vazão é obtida, porém a pressão estática é muito maior do que a necessária, resultando em baixa economia de energia.
- Se um inversor de frequência for instalado, a curva do sistema não muda. A curva da bomba é modificada de acordo com a velocidade do fluxo e as leis de afinidade (regras da hidráulica que expressam o relacionamento entre as variáveis envolvidas no desempenho da bomba, como pressão estática, vazão volumétrica, rotação do eixo, e potência). Ajustar a rotação atende as necessidades do processo e resulta em uma economia de energia significativa.

A economia de energia depende da pressão estática ou altura manométrica: quanto menor for a pressão estática, maior será a economia de energia (e a faixa de variação da rotação). Para que uma ação de bombeamento ocorra, é necessário gerar potência suficiente para ultrapassar a pressão estática. A perda por atrito é a quantidade de pressão estática necessária para pressionar o líquido através do tubo e das conexões. Este fator depende da vazão, bitola e comprimento da tubulação e da viscosidade do fluido.

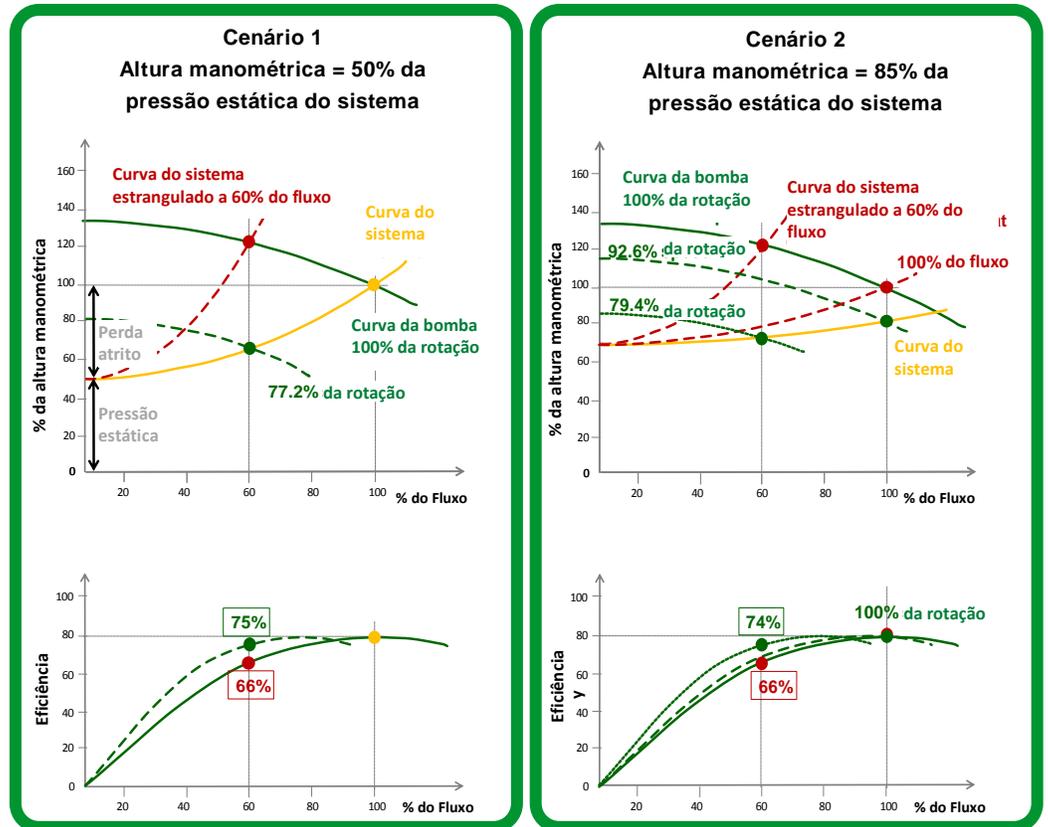
- Cenário 1 (**Figura 2**): a pressão estática representa 50% da pressão do sistema, e a bomba é adequada para a pressão e a vazão do sistema. Com 100% de vazão, a potência consumida pela bomba é a mesma na rotação fixa e com um inversor de frequência. Com vazão de 60%, a economia de energia resultante com o uso de um inversor de frequência é de 46%.
- Cenário 2 (**Figura 2**): a pressão estática representa 85% da pressão do sistema, e a bomba está superdimensionada em 20%. Em situações reais, 75% das bombas estão superdimensionadas (entre 10% a 30%), para atender um pico de produção previsto durante a vida da instalação, para prever necessidades futuras, ou para racionalizar o estoque de peças de reposição. Portanto, um acionamento de rotação variável economiza 20% da energia com a vazão a 100% e economiza 36% de energia com a vazão a 60%.

Alterar o ponto de funcionamento na curva da bomba também altera a eficiência da própria bomba. A bomba opera com a máxima eficiência em sua capacidade total. Isto corresponde ao que é chamado de Ponto de Melhor Eficiência (PME). Em termos de projeto da instalação e operação, o objetivo é trabalhar o mais próximo possível do PME. Ao variar a rotação, o rendimento da bomba permanece aproximadamente o mesmo, porém ele é aplicado a uma nova vazão. Em uma rotação fixa, reduzir a vazão deteriora rapidamente o rendimento da bomba (porque ela passa a operar muito fora do PME) ao passo que ajustar a rotação mantém a eficiência perto do PME (ver **Figura 3**).

Determinar a eficiência da bomba é apenas o primeiro passo para identificar os níveis de desempenho do sistema. Monitorar os rendimentos via software pode detectar pontos de operação que não são adequados para a bomba. O acesso a esses dados pode ajudar a melhorar tanto a eficiência energética como a confiabilidade do sistema.

**Figura 3**

Comparação de duas situações de eficiência com vazões diferentes: 8 a 9% mais eficientes com inversores de frequência e vazão de 60%



## Resumo das boas práticas de gerenciamento da eficiência energética em bombas

A eficiência energética de um sistema de bombeamento pode ser melhorada por meio da implantação das seguintes ações simples:

- Substituir acionamentos de rotação fixa por inversor de frequência para aumentar a eficiência. Conectado a uma bomba, um inversor de frequência pode controlar a rotação, pressão e fluxo, em conjunto com os requisitos do processo dinâmico e da produção.
- Monitorar os dados de produção e os dados de consumo de energia por meio de painéis de controle de software. Monitorar continuamente o desvio entre a saída de produção e a energia consumida permite uma tomada de decisão rápida e econômica. Dispositivos Eletrônicos Inteligentes (IEDs), como inversores de frequência que estão interligados ao sistema de monitoramento, desempenham um papel importante no fornecimento de dados relacionados à operação, produção e energia em tempo real. Os pontos de monitoramento devem ser próximos da carga, porque é aí que ocorre a maior parte do consumo de energia. Quanto mais próximo o monitoramento estiver da carga, mais informações podem ser obtidas relativas à redução de custos.
- Monitorar o ponto de funcionamento da bomba e a sua eficiência de forma contínua, para visualizar as tendências. Observar as tendências pode levar a ações simples que melhoram a eficiência, e verificar o impacto das melhorias no sistema.
- Use métricas adequadas para identificar um aumento ou redução na eficiência em sistemas específicos e compare os desempenhos de eficiência de bombas distintas em vários locais. Uma métrica de indicador chave de desempenho (KPI) recomendada é a métrica do consumo de energia específica (em kWh/ m<sup>3</sup>).

## Padrões de eficiência: Motores

No cenário de melhoria da eficiência, os motores têm um papel importante como parte do sistema de bombeamento global. Em 2008, a Comissão Eletrotécnica Internacional lançou as normas IEC60034-30 e IEC60034-31 como um sistema de classificação da eficiência de motores. Alguns países publicaram leis e regulamentos com base nessas normas e exigem o uso de motores mais eficientes, a fim de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>. A **Tabela 1** apresenta os diversos níveis de normas em diversas regiões geográficas.

**Tabela 1**

*Alinhamento dos níveis de categoria de eficiência de motores em várias regiões do mundo*

Classe de eficiência do motor	Global	EUA	UE (antigo)	EU (novo)	China	Austrália
Premium	IE3	NEMA Premium	-	IE3	-	-
Alta	IE2	EPAct	Eff 1	IE2	Grau 1	AU2006 MEPS
Padrão	IE1	-	Eff 2	IE1	Grau 2	AU2002 MEPS
Abaixo do padrão	IE0	-	Eff 3	-	Grau 3	-

Nos próximos anos, as regulamentações do governo vão exigir motores com eficiência mais elevada. Países da União Europeia que exigem motores IE2 hoje vão exigir motores IE3 ou motores IE2 com inversores de frequência em 2016. Um motor IE3 irá aumentar a eficiência em 2% para motores de 4 kW/5 CV, comparado com um motor IE2, e em 1% para um motor de 90 kW/125 CV. Embora esses ganhos sejam significativos, se inversores de frequência forem implantados, o potencial de ganho de eficiência adicional é maior.

## Padrões de eficiência: Bombas

Como acontece com motores, novas normas e regulamentos foram adotados na área de bombas. A Comissão Europeia (CE), por exemplo, aprovou o Regulamento No. 547/2012 de acordo com a Diretiva 2009/125/CE em relação ao requisito de projeto verde para bombas de água. O regulamento CE destina-se a eliminar a disponibilidade de bombas de água de baixa eficiência. Ela é aplicável na União Europeia para bombas de água rotodinâmicas, para bombear água limpa.

O regulamento CE define um índice mínimo de eficiência (MEI) para as bombas envolvidas. O MEI é um critério baseado em avaliações de dados estatísticos de fabricantes europeus de bombas, em aspectos tecnológicos, sobre leis da dinâmica dos fluidos, e em pontos de operação incluídos entre 75 a 110% da vazão no PME.

De acordo com a regulamentação No. 547/2012, a partir de 1º de janeiro de 2013, as bombas devem ter um índice MEI acima de 0,1. Isto afeta os fabricantes de bombas, porque 10% de suas configurações tornaram-se obsoletas. A partir de 1º de janeiro de 2015, novas bombas à venda para usuários finais devem atingir um MEI igual ou superior a 0,4. Isto significa que 40% dos estoques atuais dos fabricantes estarão obsoletos. O aumento da eficiência entre um MEI de 0,4 e 0,1 é em torno de 5%.

*A partir de 1 Janeiro de 2015, as bombas devem atingir um MEI igual a 0,4 ou superior. Isto significa que 40% dos estoques atuais dos fabricantes estarão obsoletos*

Para ampliar ainda mais os ganhos de eficiência, a União Europeia solicitou uma nova diretiva que define uma visão mais ampla do sistema de bombeamento. No futuro, para fins de medição da eficiência, um sistema de bombeamento incluirá a bomba, o motor, o perfil da carga e acionamentos de rotação variável. Isto resultará em ganhos potenciais da ordem de 30% comparados aos 3,6% com a abordagem atual de incluir apenas a bomba.

A norma IEC No. 547/2012 ainda não inclui bombas de combate a incêndio, bombas autoescorvantes, bombas de deslocamento, bombas para concessionárias privadas e públicas de tratamento de água e para fluidos com alto teor de sólidos, bombas para piscinas, bombas para fontes e bombas para água limpa maiores que 150 kW. (Em muitas áreas há estudos preparatórios para desenvolver futuras normas para a eficiência).

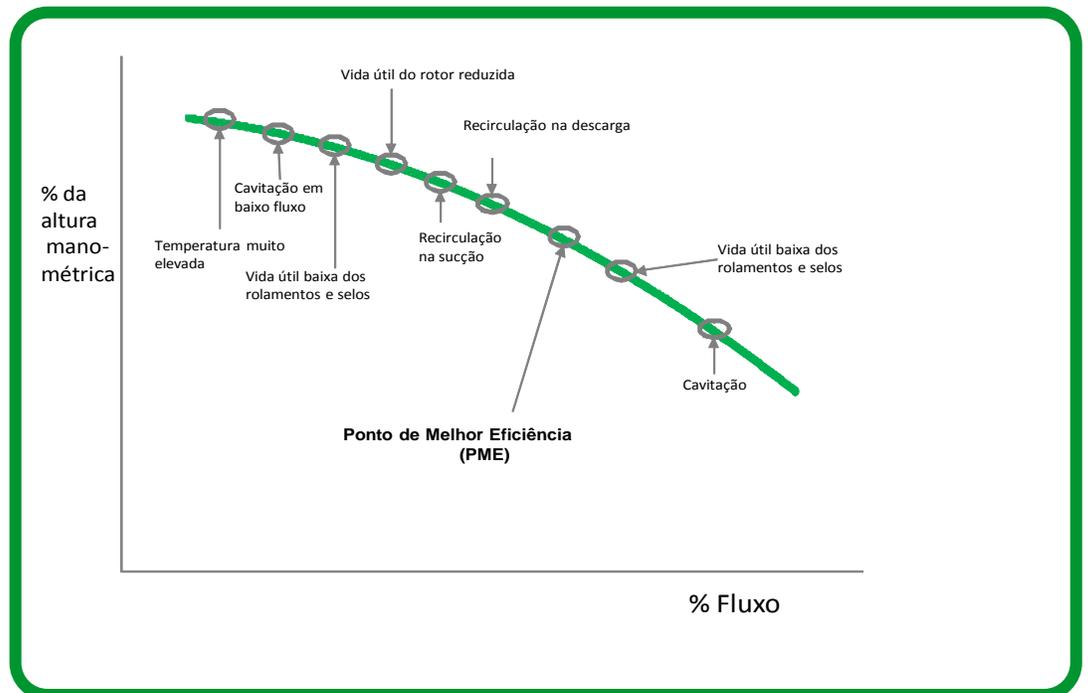
Outras regiões do mundo já definiram seu próprio padrão de desempenho mínimo da energia para bombas. O método de cálculo no Brasil é semelhante à abordagem da UE. Na China, a regulamentação GB19762-2007 aplica-se a bombas para água limpa. Esta regulamentação define 3 categorias, onde a categoria 1 é usada para bombas com eficiência muito elevada. A categoria 3 é a categoria de eficiência mínima autorizada. O método de cálculo utilizado para definir a categoria é diferente do método utilizado pela regulamentação da União Europeia. O Departamento de Energia dos EUA (DOE) iniciou trabalhos para avaliar novos padrões de energia para bombas. O DOE publicou uma estrutura de regulamentação e compartilhou documentos sobre bombas industriais e comerciais com fabricantes, grupos de consumidores, agências federais, e órgãos estaduais, para receber comentários.

Ativos físicos, como bombas precisam receber manutenção de forma constante. Os custos de manutenção representam 25% do custo total de propriedade (ver **Figura 1**) e, portanto, as práticas de manutenção permitem uma avaliação em termos de sua influência na contribuição para a economia de energia. Os custos de manutenção são inevitáveis devido ao desgaste dos componentes durante a operação do sistema, e também porque o custo da perda de produção devido a paradas poderia ser ameaçador à solvência da empresa. Em instalações de bombas, é crucial que muitas partes móveis de motores, transmissões, bombas e tubulações associadas recebam a manutenção correta. Diversos passos podem ser tomados para garantir que os custos de manutenção sejam mantidos em um patamar mínimo, mantendo a integridade dos sistemas em um nível estável.

## Passo 2: Gerenciamento dos ativos

### Figura 4

Problemas relacionados à manutenção que afetam o desempenho de uma bomba (Cortesia da Barringer & Associates - "Boas práticas e vida útil de uma bomba")



Todas as bombas devem ser operadas na faixa de suas respectivas especificações (geralmente indicadas no manual de instruções ou folha de dados do fornecedor da bomba). Como analisado, a eficiência das bombas varia de acordo com os parâmetros operacionais. A bomba é projetada para operar no ponto ideal de eficiência (PME), porém 75% dos sistemas de bombas estão superdimensionados em até 30%. A **Figura 4** ilustra como as bombas começam a perder eficiência de forma significativa, quando a manutenção adequada é negligenciada. Por exemplo, pode ocorrer recirculação na descarga se a bomba operar com 65% da vazão do PME, causando danos ao rotor, e um rotor danificado será menos eficiente.

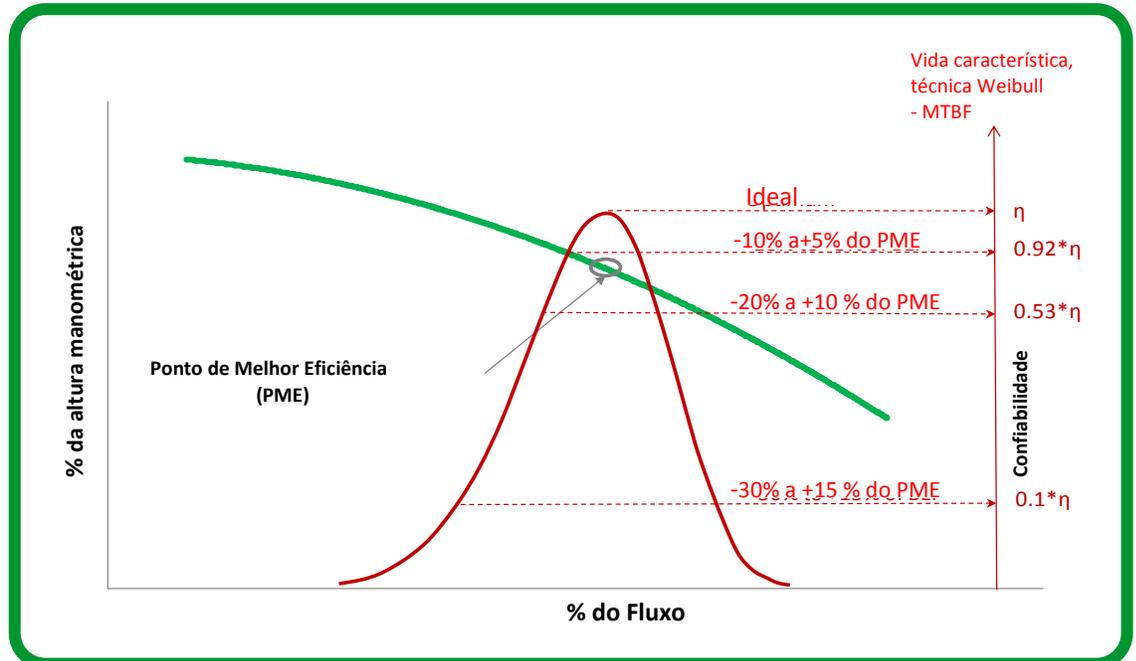
Inversores de frequência podem ajudar a manter o ponto de operação próximo ao PME e também proteger a bomba contra as forças destrutivas geradas pelas ineficiências. Situações extremas, como operação seca, operação com vazão baixa ou cavitação (devido à um baixo NPSH na sucção), que podem causar danos instantâneos, são evitadas. Monitorar o ponto de operação da bomba e sua eficiência proporciona um diagnóstico que pode ajudar a prever quando problemas em potenciais poderão ocorrer no sistema.

**A Figura 5** ilustra que operar fora do PME, não apenas reduz a eficiência, mas acelera o desgaste na bomba, caindo a confiabilidade. Operar a 60% da vazão do PME resulta em:

- redução de 50% no tempo de vida de vedações
- redução de 20% no tempo de vida dos rolamentos
- redução de 25% no tempo de vida da carcaça e do rotor
- aumento aproximado de 100% no custo da manutenção

### Figura 5

Efeito de operar fora do PME na confiabilidade (Cortesia da Barringer & Associates - "Boas práticas e vida útil de uma bomba")



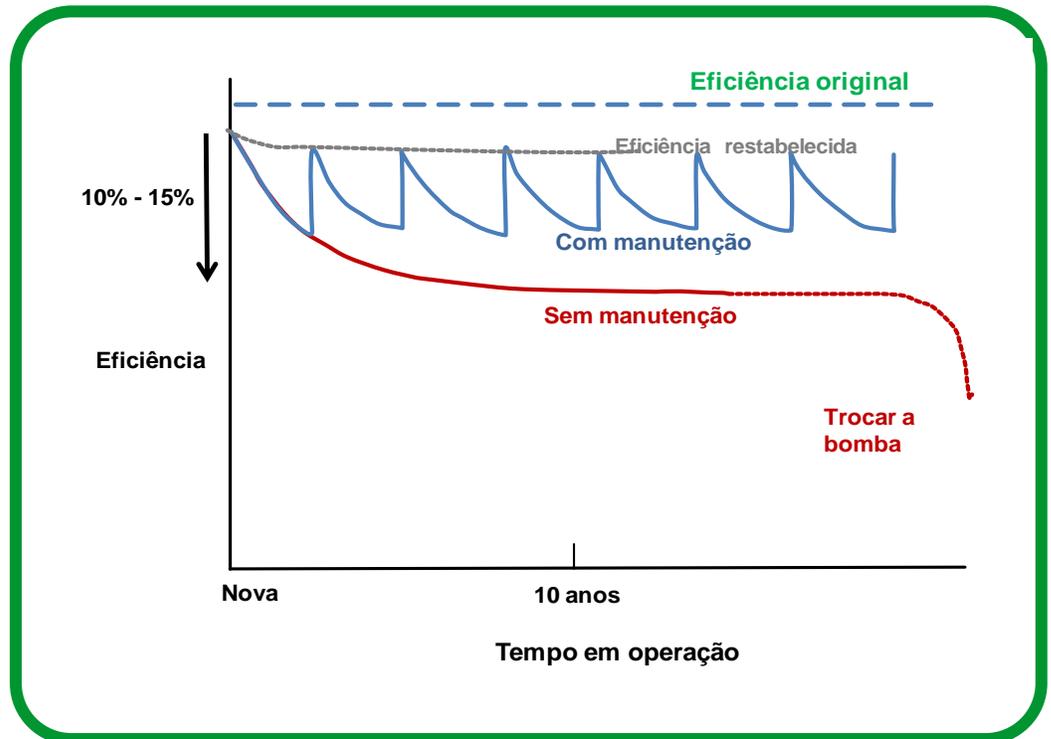
O desgaste é inevitável devido a peças mecânicas móveis e à ação do fluido que está sendo bombeado. Erosão é causada pela velocidade do fluido, e pode ser agravada por sólidos em suspensão (areia ou partículas maiores).

Corrosão é devido à reação química ou eletroquímica que ataca os materiais da bomba. Mesmo água potável tratada provoca corrosão em carcaças de ferro fundido, resultante do efeito catalítico de bactérias. Erosão e corrosão afetam principalmente as tubulações, o rotor, e a carcaça (que são componentes operacionais fundamentais).

A eficiência cai entre 10 a 15% em uma bomba sem manutenção (ver **Figura 6**). Além disso, a maior perda de eficiência ocorre nos primeiros anos de vida da bomba. Uma manutenção periódica evita perdas de eficiência e de capacidade, que pode ocorrer antes da bomba apresentar uma pane.

### Figura 6

*Tendências do desgaste médio em bombas com manutenção e sem manutenção (Cortesia da ETSU - Economia de energia em sistemas de bombeamento de água industrial)*



Alguns dos fatores que debilitam uma bomba são visíveis. Outros não são. Por exemplo, o efeito de uma vedação desgastada é aparente. Entretanto, o desgaste hidráulico não é. Um problema que não é visível ocorre antes de ser identificado. Isto cria uma situação de manutenção corretiva urgente, e os defeitos podem ter afetado outras partes da bomba.

### Práticas de manutenção

Há uma série de abordagens disponíveis que podem ajudar a resolver a questão da manutenção de uma forma econômica. Manutenção preventiva implica em inspeção sistemática e detecção de possíveis falhas antes que elas ocorram. Uma manutenção baseada na condição (também chamada de manutenção preditiva) é um tipo de manutenção preventiva, que estima e projeta a condição dos equipamentos ao longo do tempo, utilizando fórmulas de probabilidade para avaliar riscos de paradas. Manutenção corretiva é uma ação de resposta a um problema imprevisto ou a uma emergência.

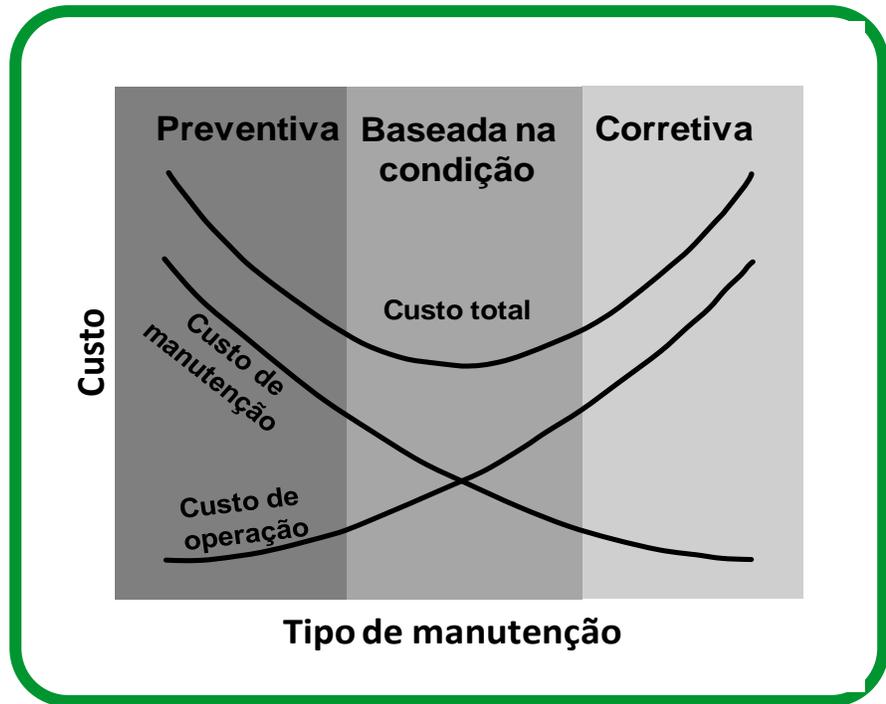
A **Figura 7** ilustra as curvas de custos desses três tipos de manutenção. A manutenção baseada na condição é a mais econômica das três abordagens.

A manutenção baseada na condição monitora os dados do sistema de forma constante e fornece uma avaliação precisa do estado ou status dos componentes, dispositivos, e/ou do sistema completo.

Como é relacionado a bombas, variáveis como pressão de aspiração, pressão de descarga, rotação da bomba, potência, vazão, e temperaturas são monitoradas para detectar uma perda de eficiência. A identificação de problemas em potencial é possível através da combinação das tendências de eficiência e das variáveis do processo.

**Figura 7**

Curvas de custo das três abordagens de manutenção (Cortesia da Penn State University / Laboratório de Pesquisa Aplicada - "Arquitetura de sistemas abertos para manutenção baseada na condição")

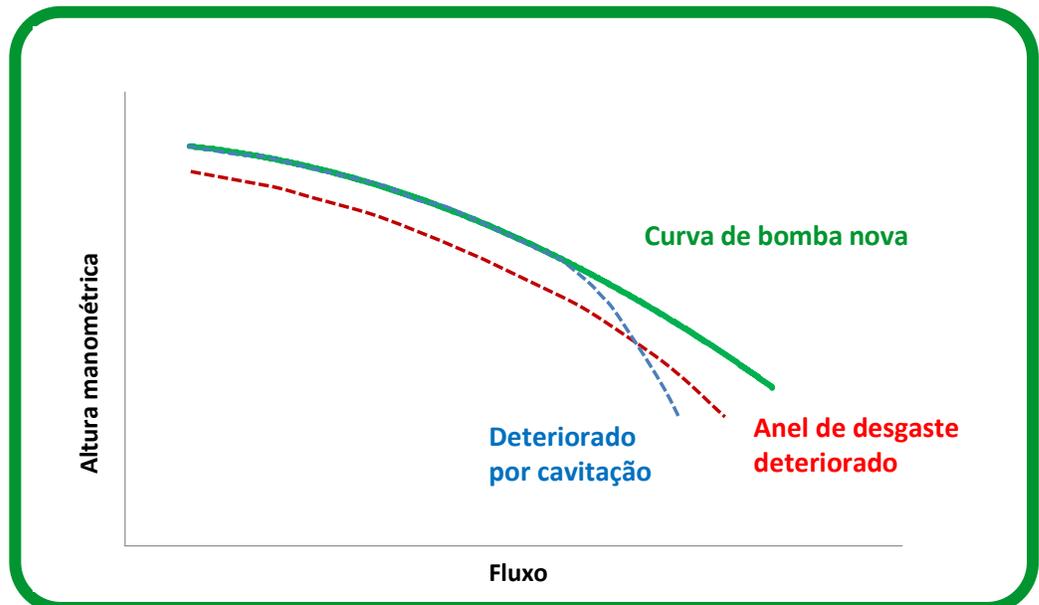


Inversores de frequência tem a capacidade de medir as variáveis do processo, como temperatura e potência, com alta precisão e podem avaliar a eficiência da bomba. Se o inversor estiver conectado ao sistema de automação, eles monitoraram continuamente o estado do sistema e podem indicar de forma precisa quando é necessária uma manutenção correta.

A **Figura 8** ilustra como uma peça desgastada pode afetar a curva de eficiência da bomba.

**Figura 8**

Curva de bomba desgastada x curva de bomba nova



## Tubulações

As tubulações, que fazem parte do sistema geral da bomba, também estão sujeitas a problemas como excesso de pressão, vazamentos ou ruptura de um tubo. Uma situação de excesso de pressão pode ser causada por um controle de bomba com problemas. Uma situação chamada de "golpe de aríete" também pode ocorrer. O golpe de aríete é causado por uma pressão ou onda de choque que se propaga através das tubulações, gerada por uma interrupção súbita na velocidade da água. Essa aceleração e desaceleração súbita no motor pode ser evitada com a ajuda de um inversor de frequência (com isto, a variação brusca na vazão é evitada). Vazamentos também podem ser reduzidos pelo ajuste automático na pressão, quando apropriado.

## Motores

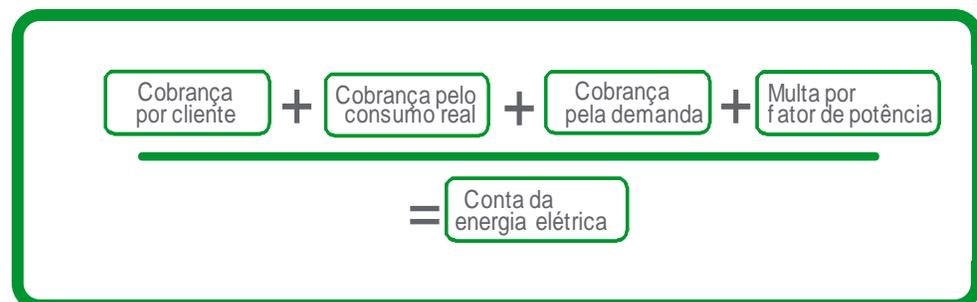
Uma proteção contra flutuações da tensão e frequência da rede pode ajudar a manter a integridade e aumentar a vida útil dos motores. Nos casos em que os motores estão equipados com inversores de frequência, essas perturbações elétricas não são transmitidas ao motor.

Uma proteção contra condições de alta temperatura também pode aumentar a vida útil dos componentes do motor. Dispositivos como relés térmicos, PTCs ou sensores térmicos PT100 podem ajudar e são gerenciados através do inversor de frequência.

Em casos onde são usados longos cabos de motor com motores e inversores de frequência, recomenda-se a instalação de filtros, para evitar os efeitos de surtos de tensão e  $dv/dt$  no motor (veja o white paper Schneider Electric "*Uma melhor abordagem para conectar VSDs e Motores Elétricos*" para obter mais detalhes sobre este assunto). Observação: Para bombas de poço submersíveis, recomenda-se consultar o fornecedor da motobomba sobre a tensão pico a pico e o  $dv/dt$  nos terminais do motor.

Proprietários de edifícios, operadores de instalações de água/esgoto e de petróleo e gás recebem contas de energia elétrica compostas de vários itens. Esses itens podem incluir cobrança por demanda de potência, cobrança por consumo de energia, cobrança pelo horário de uso, cláusulas contratuais de valor máximo, ajustes devido a custo de combustíveis, multas por fator de potência, taxas de serviço ao cliente e impostos nacionais, estaduais e municipais. Uma má interpretação da estrutura da conta de energia pode levar a uma má gestão do consumo de energia elétrica e gerar custos mais elevados.

A maioria das contas de energia é composta de itens básicos (ver **Figura 9**). A familiaridade com os termos pode ajudar a compreender onde há oportunidades de redução de custos.



**Figura 9**

Itens fundamentais de uma conta de elétrica industrial típica

Veja a seguir as definições dos termos comuns utilizados:

## Harmônicos

Instalações industriais também podem ser penalizadas pela concessionária se os equipamentos eletrônicos dentro de suas unidades gerarem uma quantidade excessiva de harmônicas (distúrbios eletrônicos) de volta para a rede.

Uma explicação detalhada de como reduzir os efeitos de harmônicos é apresentada no white paper da Schneider Electric, intitulado "*Como evitar custos operacionais por meio da minimização de harmônicos em ambientes industriais*".

**Cobrança por tipo de cliente** - Trata-se de uma taxa fixa que depende do porte da conexão que liga a instalação industrial em questão à rede de energia elétrica da concessionária. A cobrança por tipo de cliente é calculada de acordo com uma faixa esperada de consumo de energia, e o preço da potência real que é utilizada. Esses dois elementos são influenciados pelo tipo de contrato que foi assinado entre a empresa e a concessionária de energia.

**Cobrança real pela energia** - Esta taxa corresponde à energia ativa consumida, que é a energia consumida cumulativamente durante um determinado período de tempo. A taxa por quilowatt-hora (kWh) depende do horário em que a energia foi consumida, e se o consumo ocorreu durante o horário de "ponta" e/ou "fora do horário de ponta".

**Cobrança pela demanda** - Esta taxa representa a maior potência média utilizada em qualquer intervalo de 15 minutos dentro do período de um mês, medido pela concessionária. Este número é multiplicado em seguida pela tarifa de cobrança da demanda, para gerar o valor de demanda apresentado na conta de energia elétrica. Isso significa que os consumidores são cobrados por uma demanda de pico, mesmo se ela tiver ocorrido apenas uma vez durante o mês.

**Multa por fator de potência** - O fator de potência é a razão entre a potência ativa (que gera trabalho) e a potência aparente (que poderia ser usada potencialmente para gerar trabalho). Isso significa que uma determinada parte da potência que é entregue pela concessionária de energia elétrica à unidade industrial não é cobrada (porque ela não gera trabalho). Se o fator de potência for menor que o valor determinado em contrato (digamos, em torno de 0,9), o consumidor é cobrado pelo fator de potência (potência reativa). Um grupo de equipamentos ou dispositivos apresenta fator de potência inferior a 1: motores, fornos de indução, transformadores, inversores de frequência, computadores, lâmpadas fluorescentes.

## Boas práticas para reduzir custos de energia por meio do gerenciamento da conta

A conta de energia elétrica de uma instalação pode ser reduzida mediante a aplicação de uma série de ações simples:

- Localize e reveja o contrato da concessionária para entender melhor os itens de cobrança associados à conta e como eles podem ser controlados. Até 10 % de economia, sem qualquer investimento de capital, pode ser obtida com o apoio de uma empresa especializada em gerenciamento de energia.
- Programe o tempo de uso da energia elétrica a partir do horário de ponta até o horário fora de ponta, o máximo possível (por exemplo, controlando diferentes reservatórios e as operações de bombeamento).
- Reduza a quantidade de picos de demandas no mês, para reduzir a cobrança da demanda. Na maioria dos casos, 75% das aplicações são superdimensionadas. Inversores de frequência, que podem reduzir a demanda da potência em até 20%, são uma tecnologia que ajuda as organizações a se dimensionarem de acordo com os requisitos dos processos.
- Multas por fator de potência que são devidas a motores e que minimizam harmônicos a 48% do THDi para uma carga de 80%, podem ser canceladas com a utilização de inversores de frequência em bombas.
- Reduza a quantidade de energia consumida que não está relacionada à geração de receitas. Um controle ativo de desperdícios reduzirá significativamente o custo operacional.

## Conclusão

Ao seguir boas práticas no gerenciamento da eficiência da energia, gestão de ativos e gestão do custo da energia, o custo total de propriedade de redes de sistemas de bombeamento pode ser reduzido em até 20%. Uma tecnologia simples, a de inversores de frequência variável com a funcionalidade de gestão de energia incorporada, pode ser o principal contribuidor para se atingir a meta de TCO.

O inversor de frequência está totalmente integrado nos vários passos que podem ser tomados para implantar um plano de gerenciamento de energia eficaz. Isto inclui a adoção de tecnologias eficientes em termos de energia, implantar práticas de manutenção baseada na condição, otimizar o controle do custo da conta de energia elétrica. A correlação dos processos de bombeamento com os sistemas de energia ajuda a melhorar o desempenho da empresa através de um melhor gerenciamento da energia.

Organizações que não estão hábeis para implantar um programa de eficiência da energia devem buscar a assistência de especialistas em assuntos de trabalhos críticos. Caso contrário, é um convite para a ocorrência de atrasos, riscos e custos desnecessários.

Para atingir uma sustentabilidade operacional, as organizações devem agir rapidamente para avaliar seus programas atuais e começar a montar uma metodologia operacional que enfatize a melhoria da eficiência em energia.



### Sobre os autores

**Lionel Gaudrel** é gerente de Marketing Estratégico da Schneider Electric para negócios industriais. Lionel formou-se em engenharia elétrica e possui mestrado pela EMLyon Business School. Possui mais de 20 anos de experiência na área de aplicações industriais e detém uma patente sobre de tecnologias de automação com inversores de frequência variável.

**Arnaud Savreux** é gerente de Ofertas de Aplicação Especializada da Schneider Electric, para a Divisão Industrial. Arnaud possui pós-graduação em eletrônica e automação pela Universidade de Rouen (França). Ele aplicou seus conhecimentos de engenharia em vários projetos de automação industrial.