

GESTÃO DE ENERGIA COM REDUÇÃO DE MULTAS

Jean Carlos Pessoa de Araújo

Curso Superior completo: Tecnólogo em Automação - Universidade Braz Cubas - UBC.

Curso Técnico profissionalizante: Técnico em Eletrotécnica - Liceu Braz Cubas.

Experiência profissional: Tecnólogo - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp

Endereço: Rua Waldemar Cusma, 701 – Jd. Aeródromo Internacional - Suzano – São Paulo - CEP: 08616-510 – Brasil.

Tel: +55 (11) 4745-2786 - Fax: +55 (11) 4745-2771 - e-mail: jcparaujo@sabesp.com.br.

RESUMO

A Correção do fator de potencia através, principalmente, da instalação de capacitores tem sido alvo de muita atenção das áreas de projeto, manutenção e finanças de empresas interessadas em racionalizar o consumo de seus equipamentos elétricos. Objetivando otimizar o uso da energia elétrica gerada no país, o extinto DNAEE (Departamento Nacional de Aguas e Energia Elétrica), atualmente com a denominação de ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica), através do Decreto No 479 de 20 de marco de 1992 estabeleceu que o fator de potencia mínimo deve ser 0,92.

Com o avanço da tecnologia e com o aumento das cargas não lineares nas instalações elétricas, a correção do fator de potencia passa a exigir alguns cuidados especiais.

Este manual tem como objetivo dar orientação para uma correta instalação de capacitores, corrigindo efetivamente o fator de potencia e proporcionando as empresas maior qualidade e maior competitividade.

A utilização de máquinas e equipamentos que utilizam componentes indutivos faz baixar o fator de potência das instalações elétricas. Os componentes indutivos solicitam da rede uma parcela de energia responsável pela formação do campo magnético. Esta energia é chamada de reativa.

A energia reativa não realiza trabalho, portanto não é consumida. A cada ciclo da rede ela é absorvida e devolvida para o sistema.

A energia reativa está em quadratura com a energia ativa e o fator de potência representa a relação entre elas. Quanto mais baixo for o fator de potência de uma instalação, pior é o aproveitamento da energia elétrica.

Palavras-chave: Gestão de energia elétrica, eficiência energética, redução de multas.

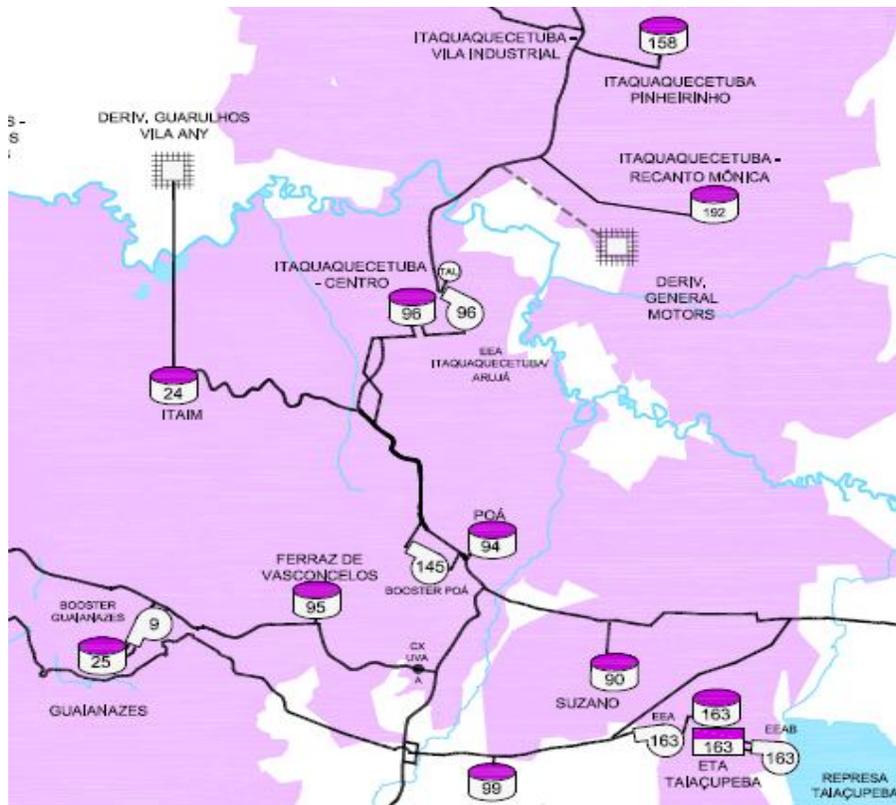
INTRODUÇÃO

O sistema adutor metropolitano composto por Estações de Tratamento de Água (ETAs), Estações Elevatória de Água (EEAs), Boosters e um conjunto de adutoras e tubulações fornece água potável para cerca de 19,9 milhões de habitantes da região metropolitana de São Paulo – RMSP.

Nesse contexto, encontram-se a EEA Itaquá-Arujá, responsável direto pelo abastecimento dos municípios de Itaquaquecetuba e Arujá, Guarulhos e parte de Mogi das Cruzes, abastecendo uma população aproximada de 280 mil de habitantes, o booster Poá, instalado na adutora de 1050 mm, aplicado para aumentar a pressão e vazão da água, fazendo com que esta chegue ao ponto de entrega, ambos do subsistema SAM Leste, e a EEA Sifão 22, subestação, fonte de alimentação para o Sistema Produtor Rio Claro com capacidade de adução de 3,9 m³/s para atender uma população aproximada de 3,5 milhões de pessoas.

Essas instalações funcionam continuamente, parando apenas no horário de ponta, onde nesse momento, apresentavam baixo fator de potencia devido seus transformadores de força ficar energizados sem carga, o que ocasionava cobrança de multas por energia reativa excedente nas faturas de energia elétrica. A figura 1, parte do subsistema SAM Leste do Sistema Integrado Metropolitano.

Figura 1: EEA Itaquá e Booster Poá, subsistema SAM Leste



OBJETIVO

Adequar o fator de potencia dos equipamentos aos níveis permitidos por norma eliminando gastos indevidos com multas de energia e demanda reativa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Identificando o Problema

Em todas as elevatórias de água tratada são utilizadas bombas para aumentar a pressão da linha de recalque. Essas bombas são acionadas por motores elétricos de indução, cargas indutivas lineares, que por sua vez possuem um fator de potência muito baixo ($< 0,92$).

Basicamente o fator de potência (fp) é uma relação entre potência ativa e potência aparente. Ele indica a eficiência com a qual a energia está sendo usada. Um alto fator de potência indica uma alta eficiência e um fator de potência baixo indica baixa eficiência, ou seja, um baixo fator de potência indica que os equipamentos não estão utilizando perfeitamente a energia fornecida pelo circuito elétrico.

Com o entendimento do que é fator de potência, pode-se analisar o que causa a redução no seu valor, uma vez que fator de potência (fp) é definido como sendo a razão entre potência ativa (W) e aparente (VA), conclui-se que fp baixo representa baixo valor de potência ativa em relação à potência aparente.

Na tabela 1, podem ser observados os tipos de cargas que produzem baixos valores de fator de potencia.

Tabela 1: Cargas que ocasionam baixo fator de potencia

Bloco 1	Bloco 2
Transformadores	Cargas não lineares
Motores de indução	Microcomputadores
Geradores	Retificadores

As cargas acima relacionadas foram divididas em dois blocos devido à forma como a sua potência reativa se manifesta e também a forma utilizada para reduzir o seu consumo.

As cargas do Bloco 01 são cargas lineares e as do Bloco 02 as cargas não lineares e podem ser analisadas de forma diferentes.

As cargas lineares, provocam uma defasagem entre tensão e corrente, já as cargas do bloco 2, não lineares, a potência reativa não surge em função de defasagem entre tensão e corrente, mas sim pela presença de componentes harmônicas nas formas de onda de tensão e corrente.

As componentes harmônicas são tensões ou correntes que possuem valores de frequência múltiplos do valor da frequência fundamental da rede elétrica, que no caso do Brasil é 60 Hz. Essas componentes são normalmente expressas em termos de sua ordem, ou seja, da multiplicidade em relação à frequência da rede.

Pode-se destacar que ao elevar-se o valor do fator de potência ocorre um melhor aproveitamento da energia drenada da rede de energia elétrica. Isso se deve a redução do valor RMS da corrente para um mesmo valor de potência ativa, reduzindo as perdas na fiação e também evitando a sobrecarga do sistema de potência da rede elétrica.

Além disso, reduzindo a potência reativa drenada da rede elétrica será também reduzido o valor das componentes harmônicas. A presença dessas componentes harmônicas na rede elétrica pode causar uma série de problemas a transformadores, motores de indução, disjuntores, sistema de telefonia e outros.

Além dos problemas acima relatados, pode se considerar a relevância da correção do fator de potência e também a redução das componentes harmônicas tomando como base as recomendações e normas internacionais vigentes.

Quando o baixo fator de potência é causado especialmente por cargas indutivas como transformadores e motores de indução, tem-se como principal solução a instalação de bancos de capacitores que corrigem o fator de potência para níveis aceitáveis pelas concessionárias ($\geq 0,92$ no Brasil) e livres de multas. Porém, esta solução se mostra ineficiente em sistemas que apresentam cargas com característica de elevado conteúdo harmônico como a maioria dos retificadores industriais e cargas de informática.

Qualquer que seja a solução, o objetivo é a conservação de energia e a relação custo/benefício.

A principal vantagem em corrigir o fator de potência é a redução do valor final da conta de energia elétrica, por evitar a geração de multas. Na figura 2, um banco de capacitores fixo em alta tensão para melhorar a fator de potência na entrada da instalação.

Figura 2: Instalação de um banco de capacitores de média tensão.



Identificando as Instalações com problema

A identificação ocorreu através de análise das faturas de energia elétrica, das unidades consumidoras, que são lançadas mensalmente no software “CEL – Controle de Energia Elétrica” (figura 3) no portal Sabesp, na página da TI - Superintendência de Tecnologia da Informação.

A análise das faturas indicou que algumas instalações apresentavam valores em reais de UFDR (Unidade de Faturamento de Demanda Reativa), correspondente ao consumo de demanda reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência 0,92, no período de faturamento; e UFER (Unidade de Faturamento de Energia Reativa) correspondente à energia de potência reativa excedente também referenciada por 0,92 no período de faturamento. Esses valores gerados deveriam ser zero ou bem próximo disso.

A partir daí, foram identificadas as unidades consumidoras (UCs) com baixo fator de potência e definido as prioridades para cada uma delas para iniciar estudos de viabilidade das correções necessárias.

Figura 3: Tela do sistema CEL – Controle de Energia Elétrica.

Consumo por UC - Geral						
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junh
▶ 2012	193.159,099	191.863,293	199.865,814	128.073,707	22.046,662	3
▶ 2011	189.366,414	182.248,932	192.107,584	190.568,761	189.637,685	184,75
▶ 2010	178.542,725	172.641,517	185.663,773	182.365,807	180.638,864	182,05
▶ 2009	181.931,610	173.039,184	184.478,910	178.636,599	177.585,279	171,34
▶ 2008	183.602,123	179.172,737	179.374,773	178.846,432	183.397,591	173,74
▶ 2007	174.036,140	170.127,825	181.719,019	182.433,551	183.227,246	176,48
▶ 2006	175.489,289	170.096,110	179.627,035	173.334,612	175.799,729	174,75
	1.276.127,400	1.239.189,597	1.302.836,909	1.214.259,468	1.112.333,057	1.063,17

Em 2011, foram selecionadas três instalações para intervenção e melhoria do fator de potencia, o Booster Poá, a EEA Itaquá e EEA Sifão 22, obedecendo aos seguintes critérios:

- Valores gastos com multas por reativos altos e;
- Relação custo/benefício da correção.

Na tabela 2 vemos a relação de desembolso com multas por baixo fator de potencia por cada instalação analisada.

Tabela 2: Gastos em R com multa devido baixo fator de potencia.

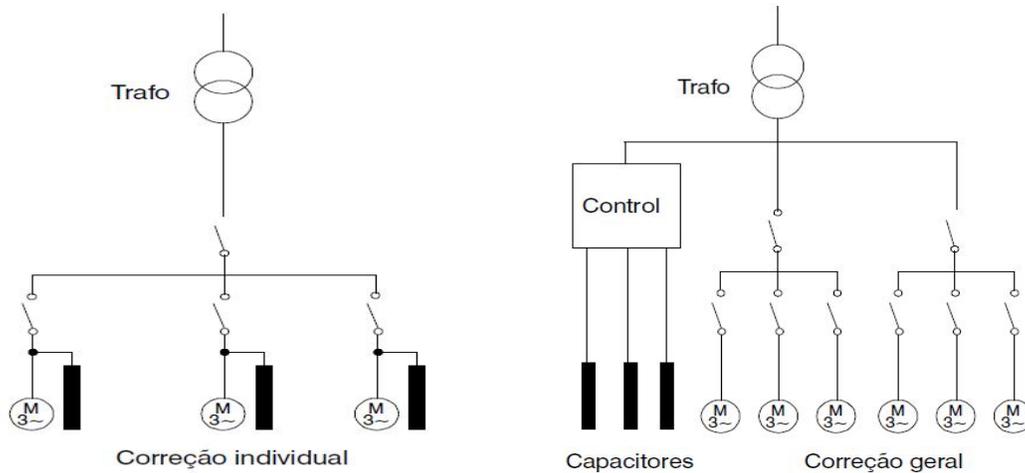
Quadro geral desembolso com multas com energia elétrica nas instalações do MAML			
Instalação	2010	2011	Criticidade
Booster Poá	R\$ 58.114,66	R\$ 32.225,46	1
EEA Itaquá	R\$ 32.345,10	R\$ 21.219,16	2
Subestação	R\$ 440,06	R\$ 1.740,36	3

Planejamento e Projeto

Para dimensionar os bancos de capacitores foram necessários estudos e análises das instalações, tal como pesquisar novas tecnologias e novas práticas de mercado para no final especificar os capacitores certos e sua aplicação. Após decidir que a correção do fator de potência é necessária, precisamos dimensionar o tipo, tamanho, potência e a quantidade de capacitores para cada instalação.

Basicamente existe duas forma para instalação de capacitores: capacitores individuais para correção pontual e instalações com banco de capacitores na barra de entrada, fixos ou automáticos, para corrigir grupos de equipamentos.

Figura 4: Tipo de instalação de bancos de capacitores.



Vantagens com instalação de capacitores individuais:

- Controle completo: os capacitores não causam problemas quando muitas cargas estão desligadas;
- Não requer comutação separada: o motor sempre trabalha junto com o capacitor;
- Maior eficiência dos motores devido a melhor utilização da potência e redução nas quedas de voltagem;
- Motores e capacitores, em conjunto, podem ser realocados mais facilmente;
- Facilidade de escolha do capacitor correto para cada carga.
- Menores perdas na linha.
- Aumento da capacidade de amperagem do sistema.

Vantagens da instalação de bancos de capacitores na barra de entrada:

- Menor custo por kVAr;
- Menor custo de instalação;
- Melhoria do fator de potência geral da instalação, eliminando quaisquer tipos de cobranças pelo uso de kVAr;
- O controle automático assegura a dosagem exata da potência de capacitores ligada a qualquer momento, eliminando possíveis sobre tensões.
- Para decidir qual é o tipo de instalação de capacitores que melhor atende as necessidades do circuito, é necessário pesar as vantagens e desvantagens de cada opção, e considerar as variáveis de operação, considerando:

O tipo de carga

Como todas as instalações possuem motores acima de 25HP, normalmente é vantajoso instalar um capacitor por motor. Frequentemente, a melhor solução para plantas com motores grandes e pequenos, é utilizar ambos os tipos de instalação.

Tamanho da carga

Como as instalações possuem grandes cargas elas se beneficiam melhor com todos os tipos de instalação combinados: capacitores individuais, em grupos, em bancos fixos, e em bancos automáticos.

Regularidade da carga

É preciso avaliar se a planta opera 24 horas por dia e se tem uma demanda constante, capacitores fixos é a solução mais econômica. Se a demanda é determinada por turnos de algumas horas, e em quais dias da semana. Portanto, é preciso estudar a regra de operação.

Capacidade de carga

Também é preciso avaliar se os transformadores estão ou não sobrecarregados, ou se é necessário adicionar carga em linhas já carregadas. Se o sistema tem capacidade de corrente sobrando, para poderem ser instalados junto aos transformadores de entrada. Ou se a carga da instalação varia muito, assim, a melhor solução é a instalação de bancos automáticos.

Qual a potência (quantos kVAr)

A unidade utilizada para dimensionar a aplicação de capacitores é o kVAr, que corresponde a 1.000 Volt-Ampères de energia reativa. O valor nominal do capacitor indica quantos kVAr ele fornece.

Para escolher a potência do capacitor é necessário verificar em cada instalação as grandezas elétricas em diversos dias e horários para saber a média de fator de potência de cada instalação. Com isso, são feitos cálculos que determinam a potência do capacitor. Logo após, é verificado no mercado a potência comercial deste componente. Em seguida, depois de todas as variáveis supracitadas terem sido consideradas é feito um projeto de como construir o banco de capacitores, onde e como instalar.

Legislação

Em conformidade com o estabelecido pelo Decreto nº 62.724, de 17 de maio de 1968, com a nova redação dada pelo Decreto nº 75.887, de 20 de junho de 1975, as concessionárias de energia elétrica adotaram, desde então, o fator de potência de 0,85 como referência para limitar o fornecimento de energia reativa.

O Decreto nº 479, de 20 de março de 1992, reiterou a obrigatoriedade de se manter o fator de potência o mais próximo possível da unidade (1,00), tanto pelas concessionárias, quanto pelos consumidores, recomendando, ainda, ao Órgão Regulador, o estabelecimento de um novo limite de referência para o fator de potência indutivo e capacitivo, bem como a forma de avaliação e de critério de faturamento da energia reativa excedente a esse novo limite.

A nova legislação pertinente, estabelecida pelo Órgão Regulador, introduz uma nova forma de abordagem do ajuste, pelo baixo fator de potência, com os seguintes aspectos relevantes:

- aumento do limite mínimo do fator de potência de 0,85 para 0,92;
- faturamento de energia reativa capacitiva excedente;
- redução do período de avaliação do fator de potência, de mensal para horário.

O controle mais apurado do uso de energia reativa é mais uma medida adotada pelo órgão regulador, visando estimular o consumidor através da redução de perdas e melhor desempenho de suas instalações, como também para o setor elétrico nacional, pela melhoria das condições operacionais e a liberação do sistema para atendimento a novas cargas com investimentos menores.

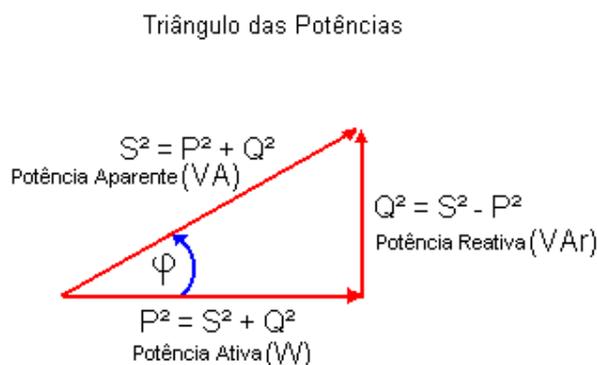
Para se obter esse indicador (Fator de Potência) é necessário conhecê-lo e como calculá-lo:

Em circuito com cargas indutivas e alimentadas em corrente alternada, observamos três potências distintas, são elas:

- Potência Reativa: É a potência necessária para criar o campo eletromagnético, cuja unidade de medida é o VAR (volt-ampere reativo).
- Potência Ativa: É a potência que, de fato, realiza trabalho, gerando movimento no motor, em um solenóide, etc. Sua unidade de medida é o W (Watt).
- Potência Aparente: É a soma vetorial das potências ativa e reativa, cuja unidade de medida é o VA (volt-ampere).

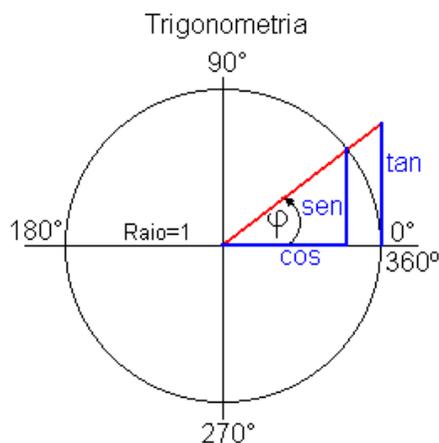
Estas três potências podem ser representadas através do Triângulo das Potências, conforme ilustra a figura 5.

Figura 5: Triângulo das potencias.



Usando a trigonometria, a Potência Ativa é o cosseno (cos), a Potência Reativa é o seno (sen) e a Potência aparente é a resultante da soma vetorial das outras duas, conforme mostra a figura 6.

Figura 6: Ciclo trigonométrico.



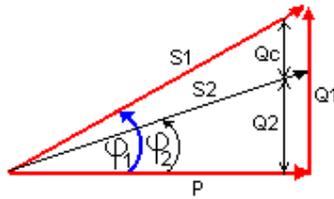
O fator de potência é uma função trigonométrica, seu valor é sempre um número entre 0 e 1.

Para diminuirmos a Potência Aparente temos que, nos aproximarmos da Potência Ativa, diminuindo a defasagem entre elas, resultando em uma menor Potência Reativa.

Portando, para encontrarmos o valor da potência reativa necessária para o capacitor fazer a compensação, utilizamos a trigonometria (figura 7).

Figura 7: Triângulo das potencias reativas.

Triângulo das Potências



Onde:

P = Potência útil.

S1 = Potência Aparente sem compensação.

S2 = Potência Aparente compensada.

Qc = Potência Reativa necessária, do Capacitor.

Q1 = Potência Reativa sem compensação.

Q2 = Potência Reativa compensada.

Na trigonometria temos que, tangente de um ângulo é igual ao seno, dividido pelo cosseno, deste mesmo ângulo.

$$(\tan\phi = \frac{\text{sen}\phi}{\text{cos}\phi})$$

Cálculo de potencia do capacitor

$$Q_c = P \cdot (\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

Cálculo da corrente do banco de capacitores.

$$I_q = (\text{kVAr} \times 10^3) / (\sqrt{3} \times V)$$

Cálculo da capacitância do capacitor

$$C = Q_c / (V^2 \times 2\pi \times f \times 10^{-9})$$

$$Q_c = (C \times V^2 \times 2\pi \times f) / 109$$

$$C = \mu\text{F}; Q_c = \text{kVAr}$$

Calcular o Fator de Potência (FP)

$$\text{FP} = \text{kWh} / \sqrt{(\text{kWh}^2 + \text{kVArh}^2)}$$

Conhecido o Fator de Potência e como calculá-lo, o próximo passo é conhecer o indicador de cada instalação para avaliar seu desempenho e se a instalação está em conformidade com a legislação.

Com o conhecimento do indicador e com a comparação com o exigido pela legislação é possível fazer, como mostrado acima, o dimensionamento do banco de capacitores. Esse indicador nos auxiliou também para análise das instalações que já possuíam bancos de capacitores e que, ou não estavam adequadamente dimensionados, ou estavam dimensionados conforme legislação antiga ou até com defeito parcial ou totalmente sem funcionar.

Saber somente o FP não é o suficiente para evitar o pagamento total de multas, há a necessidade do acompanhamento dos indicadores já mencionados no subtítulo “A2 – Identificação das causas” que são o UFDR e o UFER. Estes últimos são mais fáceis de acompanhar porque são parâmetros monitorados pelos medidores da concessionária e divulgados nas faturas de energia elétrica e encontrados no sistema CEL. O outro exige ser monitorado constantemente com instrumentos específicos.

Resumindo: Os indicadores utilizados são:

- FP: Fator de Potência (utilizado para dimensionar corretamente o banco de capacitores);
- UFDR: Unidade de Faturamento de Demanda Reativa e;
- UFER: Unidade de Faturamento de Energia Reativa (utilizados como referência de desempenho dos bancos de capacitores).

Detalhes do projeto

Booster Poá

A instalação possui três conjuntos moto-bombas de 600 cv cada, 3,8 kV e bancos de capacitores de 45 kVAR ligados individualmente em cada motor. No horário de ponta, os motores são desligados, porém, os transformadores 1 e 2 ficam energizados em vazio, o que ocasionava baixo fator de potência.

Feito análise das grandezas elétricas e cálculos, verificado a necessidade de correção de 50 kVAR.

Identificado um banco de capacitores de 45 kVAR no painel CCM4 nos cubículos do próprio booster Poá, o equipamento estava em perfeitas condições de uso conforme figura 8, porém, estava desligado e inoperante, necessitando de algumas adequações no comando funcional para entrar em operação.

Figura 8: Painel de banco de capacitores do CCM4 booster Poá



Figura 9: Diagrama Unifilar do booster Poá sem a melhoria

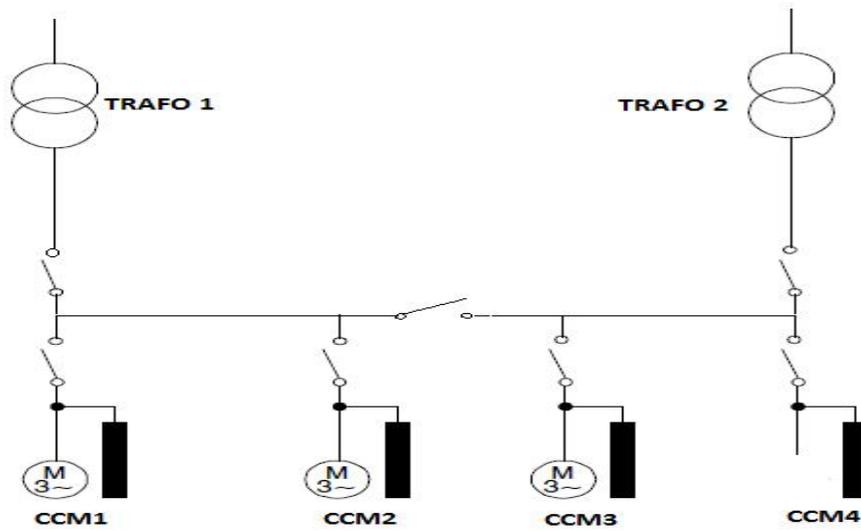


Diagrama Unifilar B. Poá (antes)

A idéia foi energizar o contator principal do CCM4 alimentado o banco de capacitores e deixando-o corrigindo diretamente no barramento geral do Trafo 2, ou seja, melhorar a correção do fator de potencia da instalação tanto no horário de ponta quanto fora da ponta como indicado na figura 10.

Figura 10: Diagrama Unifilar do booster Poá após alteração

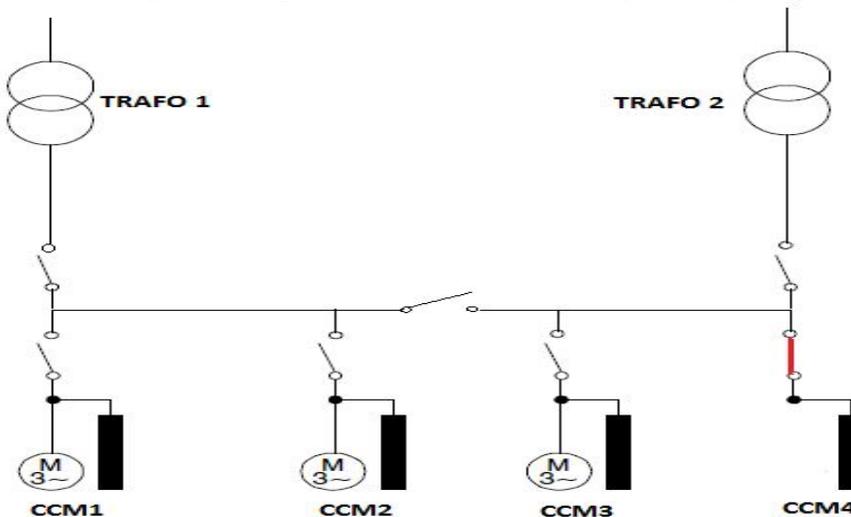
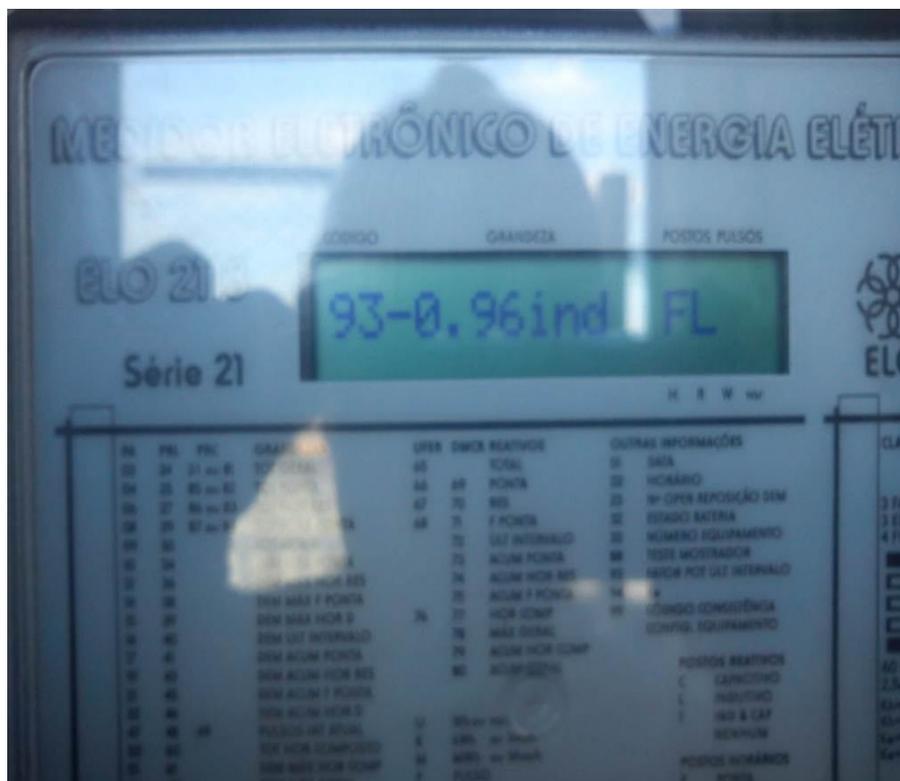


Diagrama Unifilar B. Poá (depois)

Após revisão geral dos componentes do banco de capacitores para garantir sua funcionalidade e segurança visando principalmente à integridade do pessoal de manutenção e a operação da instalação, em setembro de 2012 o banco de capacitores foi conectado e energizado ao barramento de 3,8 kV, ficando ligado 24 horas por dia, sendo desligado somente nas intervenções para manutenção dos equipamentos, aumentando o fator de potencia <0,92 para 0,96 medido após a operação do equipamento, como mostra a figura 11, foto do medidor de energia elétrica da concessionária.

Figura 11: Valor do fator de potencia após energização do banco de capacitores do CCM4



EEA Itaquá – Arujá

A elevatória nova possui três conjuntos moto-bombas de 850 cv, com banco de capacitores de 40 kVAr cada para correção de fator de potencia, e outros três de 150 cv, na elevatória velha, este não possuem capacitores para correção de fator de potencia. Os três grupos da elevatória velha operam continuamente, os motores da elevatória nova, opera sempre com dois grupos, ficando um grupo sempre desligado, o que causava o baixo fator de potencia, pois, seu transformador fica energizado em vazio.

Foram feita medições do fator de potencia para levantamento do valor médio e constatado um fp de 0,88.

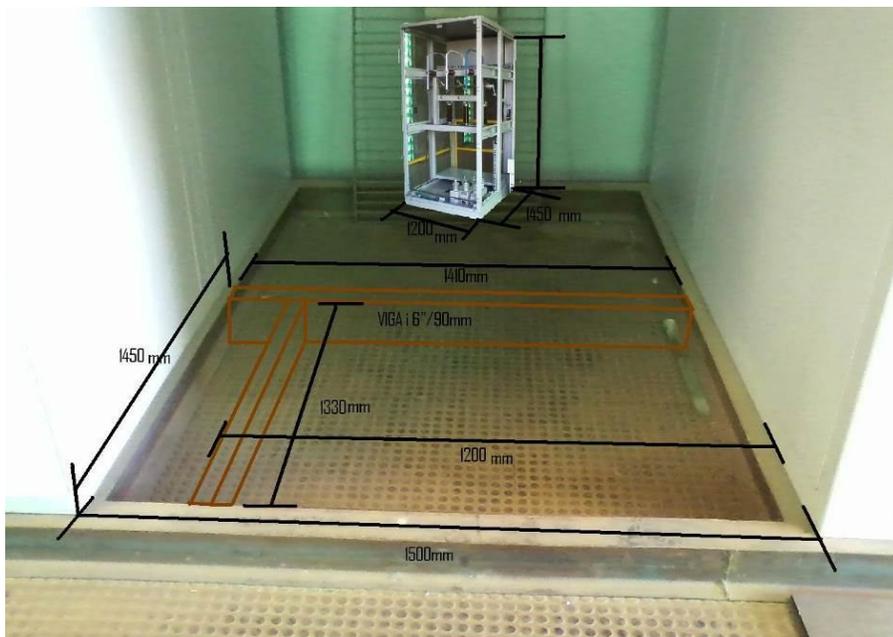
Após os cálculos para dimensionamento de um banco de capacitores visando melhorar o fator de potencia de 0,88 para 0,95 foi identificado que um banco de 35 kVAr era suficiente.

Ao pesquisar internamente, identificou-se a existência de um painel de banco de capacitores 3,8 kV, 40 kVAr, 7.060uF desativado em outra instalação, e que atende ao necessitava na EEA Itaquá.

Feito a mobilização do painel para oficina, onde passaria por uma manutenção preventiva e testes funcionais.

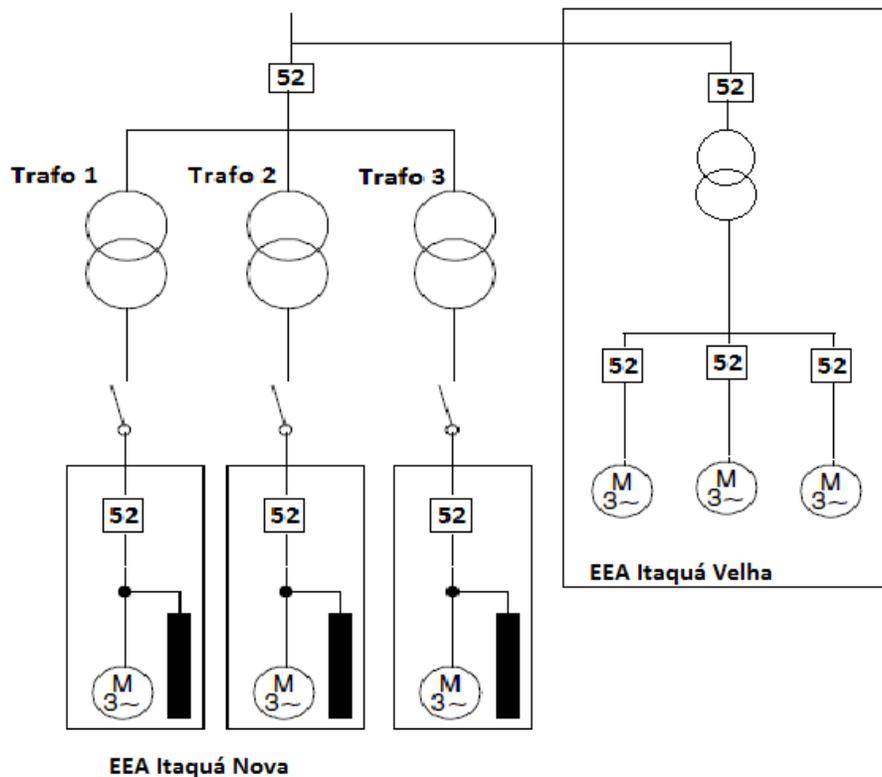
Foram necessárias algumas adequações na estrutura civil da casa de bomba da EEA Itaquá para possibilitar a instalação do novo painel.

Figura 12: Desenvolvendo o projeto e dimensionamento da instalação



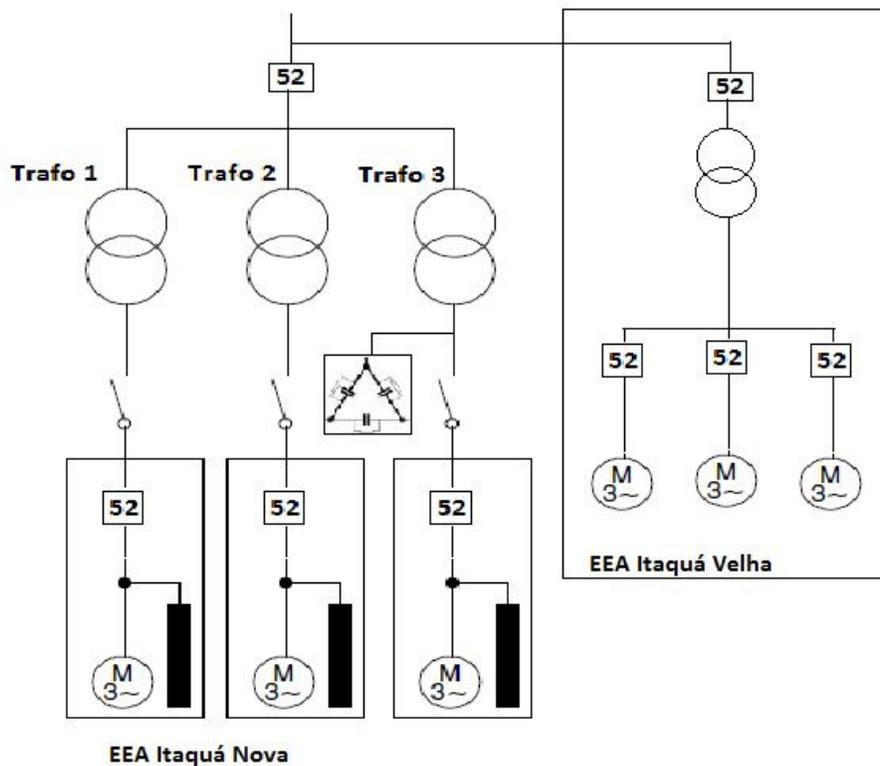
Após análises decidiu-se conectar o novo banco de capacitores no secundário do transformador de força 3 para melhorar a correção do fator de potencia mesmo no momento que o grupo não funcionasse.

Figura 13: Diagrama Unifilar da EEA Itaquá antes da adequação



Em novembro de 2012, foi feita a instalação do novo banco de capacitores fixo no secundário do transformador n° 3, conforme figura 14, corrigindo o fp de 0,87 para 0,96

Figura 14: Diagrama Unifilar da EEA Itaquá após instalação do novo banco



EEA Sifão 22

Esta instalação já possuía um banco de capacitores de 245 kVAr em sua subestação, porém, estava subdimensionado, devido às cargas instaladas. Após estudos verificou-se a necessidade de instalar um novo banco de capacitores de 100 kVAr para melhorar o fator de potencia de 0,91 para 0,95.

Após aquisição de três células capacitivas de 13,8kV e 100 kVAr cada, foi confeccionado um leito em aço para sustentação do banco e fixado em poste.

Feita a instalação do novo banco na linha de AT 3, de 13,8kV, que serve de alimentação para EEA ficando energizado 24 horas por dia, com isso o fator de potencia passou de 0,92 para 0,96 em média evitando multas.

Figura 15: Novo banco de capacitores instalado na linha 3 da EEA Sifão 22



RESULTADOS

A seguir apresentaremos os resultados obtidos nas três instalações onde foi aplicada esta prática.

Para análise, os dados de UFDR e UFER foram extraídos das faturas de energia elétrica (desde janeiro de 2010) cadastrada no sistema CEL.

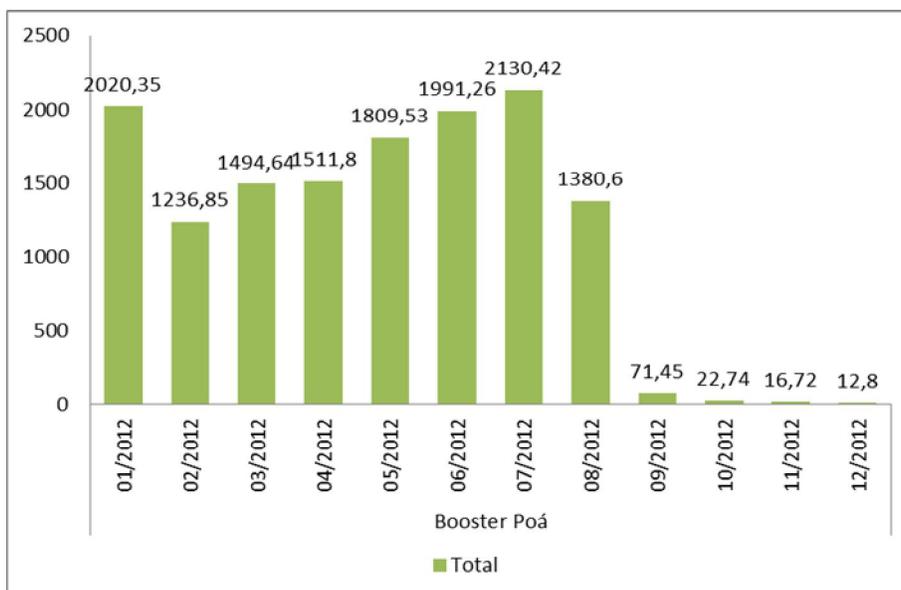
Booster Poá

Tabela 3: Gastos em R\$ com multa por baixo fator de potencia no booster Poá.

ANO	UFDR	UFER	TOTAL	MÉDIA MENSAL
2010	0,00	0,00	61.861,70	5.155,14
2011	0,00	0,00	27.988,33	2.332,36
2012	0,00	0,00	13.699,16	1.141,59

Com a energização de mais um banco de capacitores, em agosto de 2012, observamos uma redução superior a 90% na cobrança de UFER logo no mês seguinte da medição da fatura, reduzindo de 2.130,42 em julho para 22,74 em outubro como indica a figura 16.

Figura 16: Gráfico de evolução das multas por UFER no booster Poá em 2012



Vale ressaltar que essa melhoria foi a custo zero, tendo em vista que se aplicou equipamento já existente e mão-de-obra própria.

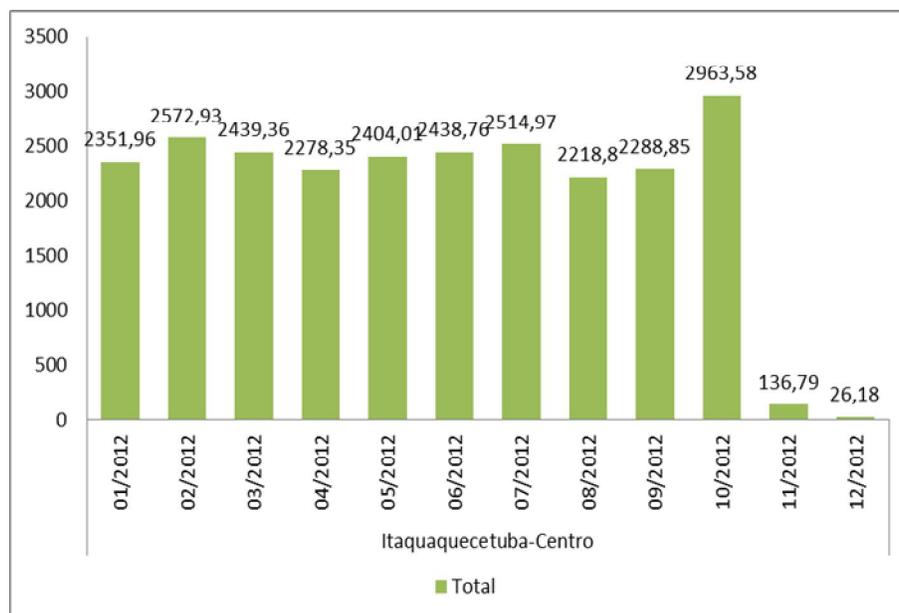
EEA Itaquá-Arujá

Tabela 4: Gastos em R\$ com multa por baixo fator de potencia na EEA Itaquá.

ANO	UFDR	UFER	TOTAL	MÉDIA MENSAL
2010	2.036,62	31.914,59	33.951,21	2.829,26
2011	1.180,37	20.038,79	21.219,16	1.768,26
2012	2383,81	22.250,73	24.634,54	2.052,87

Em outubro de 2012, com a instalação de um banco de capacitores fixo de 35 kVAr na barra de alimentação geral de média tensão (3.800V), as multas por baixo fator de potência teve uma redução de 94%, passando de R\$ 2.052,87 (média) para R\$ 26,18 já no mês de dezembro, conforme figura 17.

Figura 17: Gráfico de evolução das multas por UFDR e UFER na EEA Itaquá em 2012



Melhoria conquistada também a custo zero, pois, o banco de capacitores aplicado, foi reaproveitado de outra instalação, que se encontrava desativado.

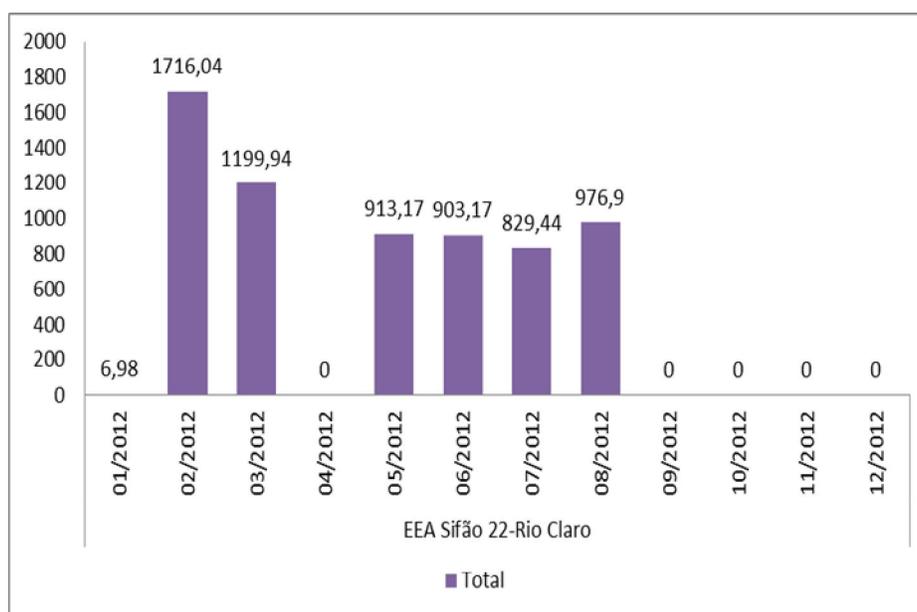
EEA Sifão 22

Tabela 5: Gastos em R\$ com multa por baixo fator de potencia na EEA Sifão 22.

ANO	UFDR	UFER	TOTAL	MÉDIA MENSAL
2006	214.839,94	61.851,18	276.691,12	23,057,59
2007	22.002,84	105.516,07	127.518,91	10.626,58
2008	2.907,11	9.523,17	12.430,28	1.035,86
2009	0,00	1.388,14	1.388,14	115,68
2010	0,00	440,06	440,06	36,67
2011	0,00	1.740,36	1740,36	145,03
2012	0,00	10,70	10,70	3,57

O Sifão 22 é o caso mais notável, em 2006 praticamente não havia correção do fator de potência. A instalação, em um todo, era muito antiga e vários equipamentos não funcionavam como deveriam. Em 2007 iniciou-se a modernização da instalação e observamos a redução das multas pela metade no ano seguinte. Em 2008, quando quase toda instalação já havia sido modernizada, a redução foi na razão de dez vezes em relação ao ano anterior. E assim prosseguiu em 2009.

Figura 18: Gráfico de evolução das multas na EEA Sifão 22 em 2012



Em 2012, o valor total desembolsado em multa nessa instalação foi de R\$ 5.545,64, porém, deste montante, apenas R\$ 10,70 foram por multas de UFDR e UFER, o restante foi por ultrapassagem de demanda, problema corrigido logo em seguida, após alteração de demanda contratada solicitado pela equipe de gestão de energia (MA.13) da Sabesp, o que demonstra a eficiência da prática de gestão, conforme figura 18.

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos na aplicação dos bancos de capacitores nessas instalações, verificamos redução dos gastos com multas por reativos e a melhor eficiência dos equipamentos, evitando gastos indevidos, melhorando a eficiência energética das instalações e agregando valor para Sabesp.

Podemos observar que após a efetiva operação dos bancos de capacitores nas elevatórias houve uma economia média de R\$ 4.849,90/mês nas faturas com a redução ou eliminação das multas, projetando os dados para 12 meses de operação, estima-se uma economia aproximada de R\$ 60.000,00/ano.

Também cabe ressaltar os benefícios intangíveis em decorrência da implantação dessa prática, pois, fica perceptível o aumento do conhecimento da equipe, e da motivação pelo fato de perceberem os indicadores com resultados cada vez mais positivos. Esses resultados, já citados no subtítulo anterior, podem servir de

parâmetros indiretos para acreditarmos que os funcionários assimilaram o conhecimento, e o aplicaram para manter os resultados sempre favoráveis.

A maior riqueza de uma pessoa não são seus bens, mas sim o seu conhecimento. As pessoas que detêm essa preciosidade possuem o que é mais importante para o seu crescimento, nas organizações o conhecimento também tem essa importância. É através do conhecimento que as pessoas conseguem seus bens materiais, seu crescimento e seu sustento.

Hoje em dia as organizações estão percebendo que o capital intelectual é um recurso importante para seu contínuo desenvolvimento em função das rápidas mudanças tecnológicas, econômicas, políticas e sociais. Devido à globalização novos valores e conhecimentos precisam ser atualizados para que a organização possa sobreviver e progredir nesse mercado cada vez mais competitivo. O processo de evolução proporciona melhores resultados e o capital intelectual é um recurso que a era do conhecimento tem privilegiado para que os resultados sejam cada vez melhores.

Esse diferencial, denominado de Capital Intelectual, vem agregar valor aos produtos e ou serviços, valorizar o ser humano e, conseqüentemente as entidades, mediante a ampliação do conhecimento humano.

Vale ressaltar que todo este trabalho só obteve resultados positivos graças ao empenho e dedicação das equipes do MAML, MA.13 e da CABspat contratada da Sabesp na modalidade PPP (Parceria Publica Privada).

RECOMENDAÇÕES

Para estudo de melhoria no fator de potencia também se deve considerar aplicação de dispositivos de acionamento de bombas tais como, conversores de frequência e chaves de partida suave (soft-starter).

As modificações efetuadas no centro de comando de motores devem ser elaboradas de forma que a construção dos painéis evite, ao máximo, dentro de condições aceitáveis, a formação e a propagação de arco voltaico. Sabe-se que o arco elétrico, principalmente aquele associado aos conjuntos de manobra, é a principal causa de ferimentos e mortes de pessoas envolvidas nos serviços de eletricidade.

Os equipamentos de proteção e manobra e demais dispositivos devem ser dimensionados de forma a garantir a proteção tanto dos bancos quanto os demais equipamentos da instalação, evitando panes e queima dos motores.

Embora o preço por kVAr dos capacitores seja menor para tensões mais elevadas, este tipo de compensação, em geral, só é encontrada nas unidades consumidoras que recebem grandes quantidades de energia elétrica e dispõem de subestações transformadoras. Neste caso, a diversidade da demanda entre as subestações pode resultar em economia na quantidade de capacitores a instalar.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. SUBCOMISSÃO DE QUADROS ELÉTRICOS – SABESP. *NTS 243: PAINEL DE BANCO DE CAPACITORES – PBC - ELABORAÇÃO*. SÃO PAULO, 2006.
2. *MANUAL PARA CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA WEG 958*. São Paulo,
3. *RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010*.
4. *GUIA PARA O ENGENHEIRO DE FÁBRICA, ENGECOMP SPRAGUE CAPACITORES LTDA, 2009*.