



24º Encontro Técnico  
**AESABESP**  
Congresso Nacional de  
Saneamento e Meio Ambiente



**FENASAN**  
24º Feira Nacional de  
Saneamento e Meio Ambiente

# XXIV Encontro Técnico AESABESP

## Gestão de Energia com Redução de Multas

Ano: 2013



 **GOVERNO DE  
SÃO PAULO**

## ○ Conceito de fator de potência (FP)

O fator de potência nada mais é, que a relação entre potência ativa e potência reativa. Trata-se da diferença entre o consumo aparente (medido em VA) e o consumo real (medido em watts).

$$FP = \frac{kW}{KVA} = \cos \varphi = \cos \left( \text{arc tg } \frac{kvar}{kW} \right)$$

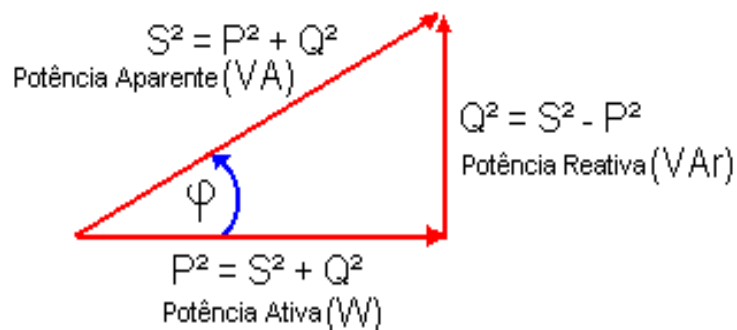
### Legislação

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

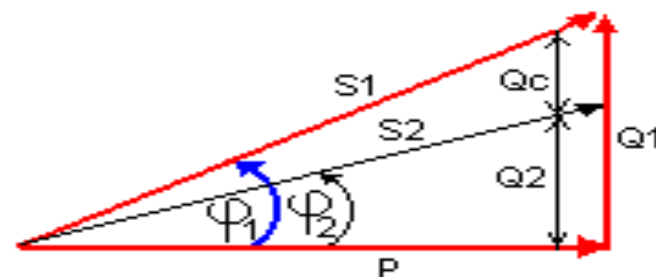
- aumento do limite mínimo do fator de potência de 0,85 para 0,92;
- faturamento de energia reativa capacitiva excedente;
- redução do período de avaliação do fator de potência, de mensal para horário.

# Entendendo como funciona o FP

Triângulo das Potências



Triângulo das Potências



Para diminuirmos a Potência Aparente temos que nos aproximar da Potência Ativa, diminuindo a defasagem entre elas, resultando em uma menor Potência Reativa. Caso o fator de potência seja menor que 0,92, haverá cobrança de multas por UFDR ou UFER, o que significa má utilização do sistema elétrico.

Potência útil absorvida - kW	Fator de Potência	Potência do trafo - kVA
800	0,50	1.600
	0,80	1.000
	1,00	800



## Entendendo como funciona o FP

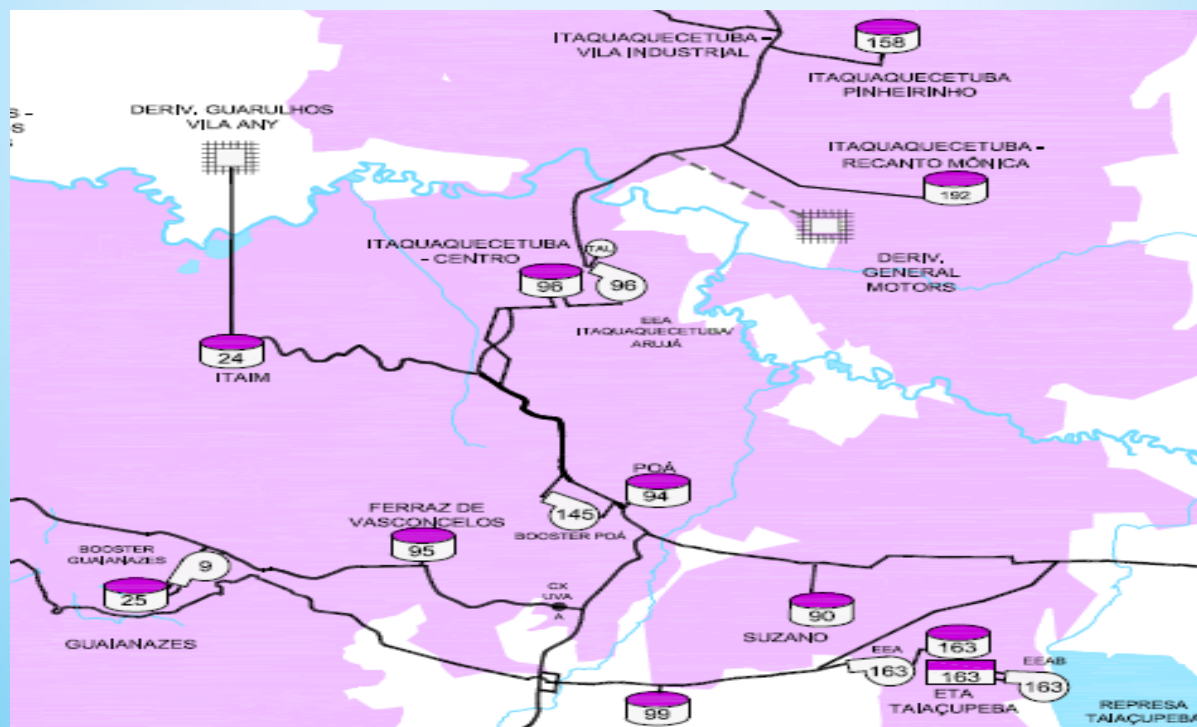
Tipos de cargas que provocam baixo fator de potência

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

As cargas do Bloco 1 são cargas lineares e provocam uma defasagem entre tensão e a corrente, e as do Bloco 2 são cargas não lineares e podem ser analisadas da seguinte forma: 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.

## Identificando o problema

O Sistema Integrado Metropolitano (SIM) é composto por Estações de Tratamento de Água (ETAs), Estações Elevatória de Água (EEAs), Boosteres e um conjunto de adutoras e tubulações que fornecem água potável para cerca de 19,9 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. Inserida nesse contexto, a Divisão de Manutenção da Adução Metropolitana Leste - MAML, possui onze instalações entre EEAs e Boosteres, distribuídos em seus subsistemas, todas com motores de médio e grande porte, operando 24 horas por dia.



## Ferramenta de gestão - CEL

Através do sistema CEL – Controle de Energia Elétrica, foi possível identificar as instalações com ocorrência de multas devido baixo fator de potência ( $< 0,92$ ) e dar início aos estudos de melhorias e correção do problema.

CEL - Controle de Energia Elétrica - Windows Internet Explorer provided by UN de Produção de Água

### CEL - Controle de Energia Elétrica

Menu Principal

- Unidades Consumidoras
- Contratos AT
- Contratos BT
- Pesquisa
- Faturas
- Consolidações Gerenciais
- Tarifas
- Tabelas
- Relatórios
- Arquivo
- Manual
- Contatos

Usuário Logado: Anonymous

Para cadastros ou alterações clique aqui: [Login](#)

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	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

Concluído

Intranet local | Modo Protegido: Desativado

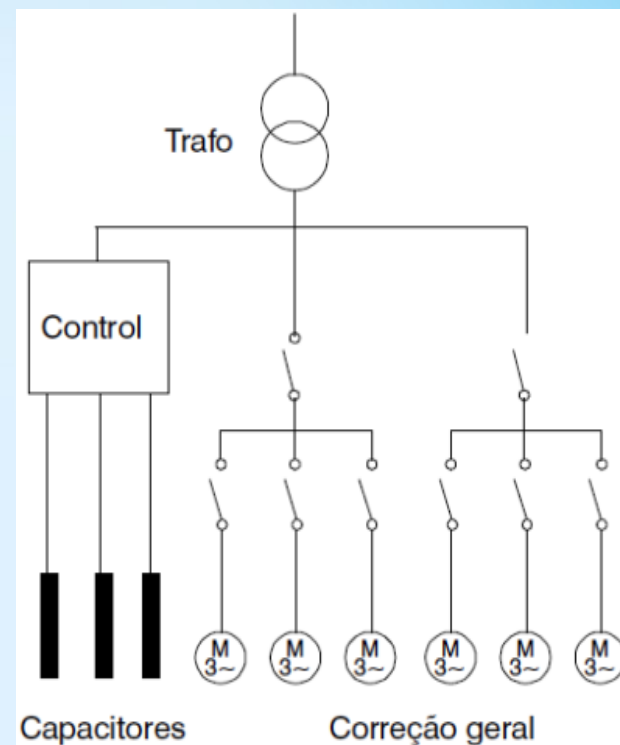
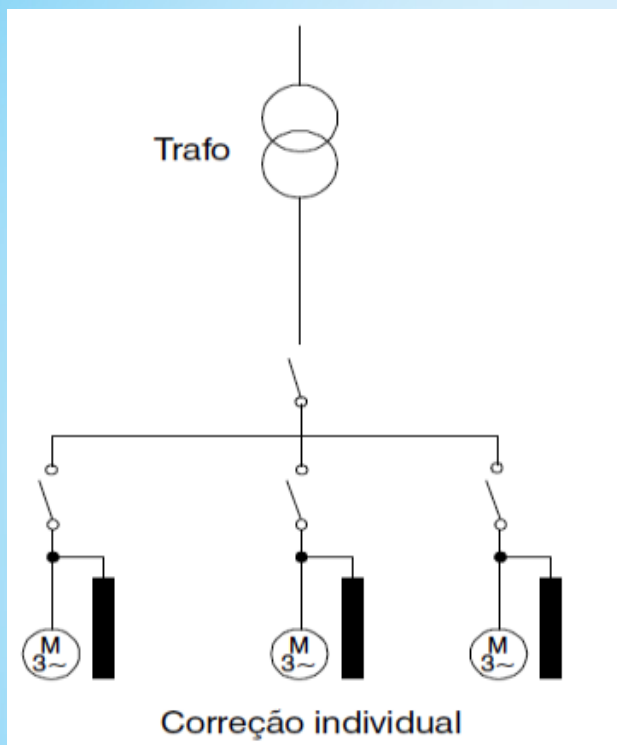
100%

No primeiro momento, foram selecionadas três instalações para intervenção:

Desembolso com multas com energia elétrica nas instalações da MAML			
Instalação	2010	2011	Criticidade
Booster Poá	R\$ 58.114,66	R\$ 32.225,46	1
EEA Itaquá-Arujá	R\$ 32.345,10	R\$ 21.219,16	2
EEA Sifão 22	R\$ 440,06	R\$ 1.740,36	3

Nas três instalações o fator predominante para tomada de decisão foi a relação custo/ benefício tendo em vista que as melhorias seriam aplicadas a baixo custo.

## Definindo o tipo de correção



Capacitores individuais (junto aos motores)	Capacitores na barra de entrada (geral)
Controle completo: os capacitores não causam problemas quando muitas cargas estão desligadas.	Menor custo por kVAr.
Não requer comutação separada: o motor sempre trabalha junto com o capacitor.	Menor custo de instalação.
Maior eficiência dos motores devido a melhor utilização da potência e redução nas quedas de voltagem.	Melhoria do fator de potência geral da instalação, eliminando quaisquer tipos de cobranças pelo uso de kVAr.



## Detalhes do projeto

### 1. Booster Poá

Identificada a existência de um banco de capacitores reserva de 45 kVAr no local. O equipamento encontrava-se em perfeitas condições de uso, porém, estava desligado e inoperante, necessitando de algumas adequações e correções no comando funcional, o que possibilitaria sua energização e operação.

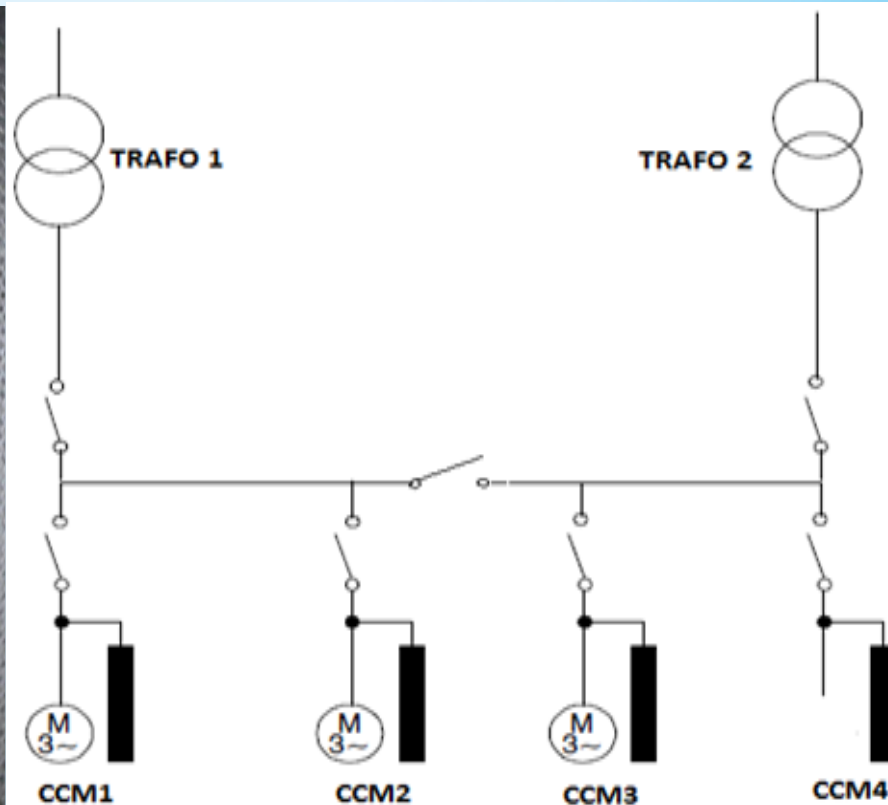


Diagrama Unifilar B. Poá (antes)

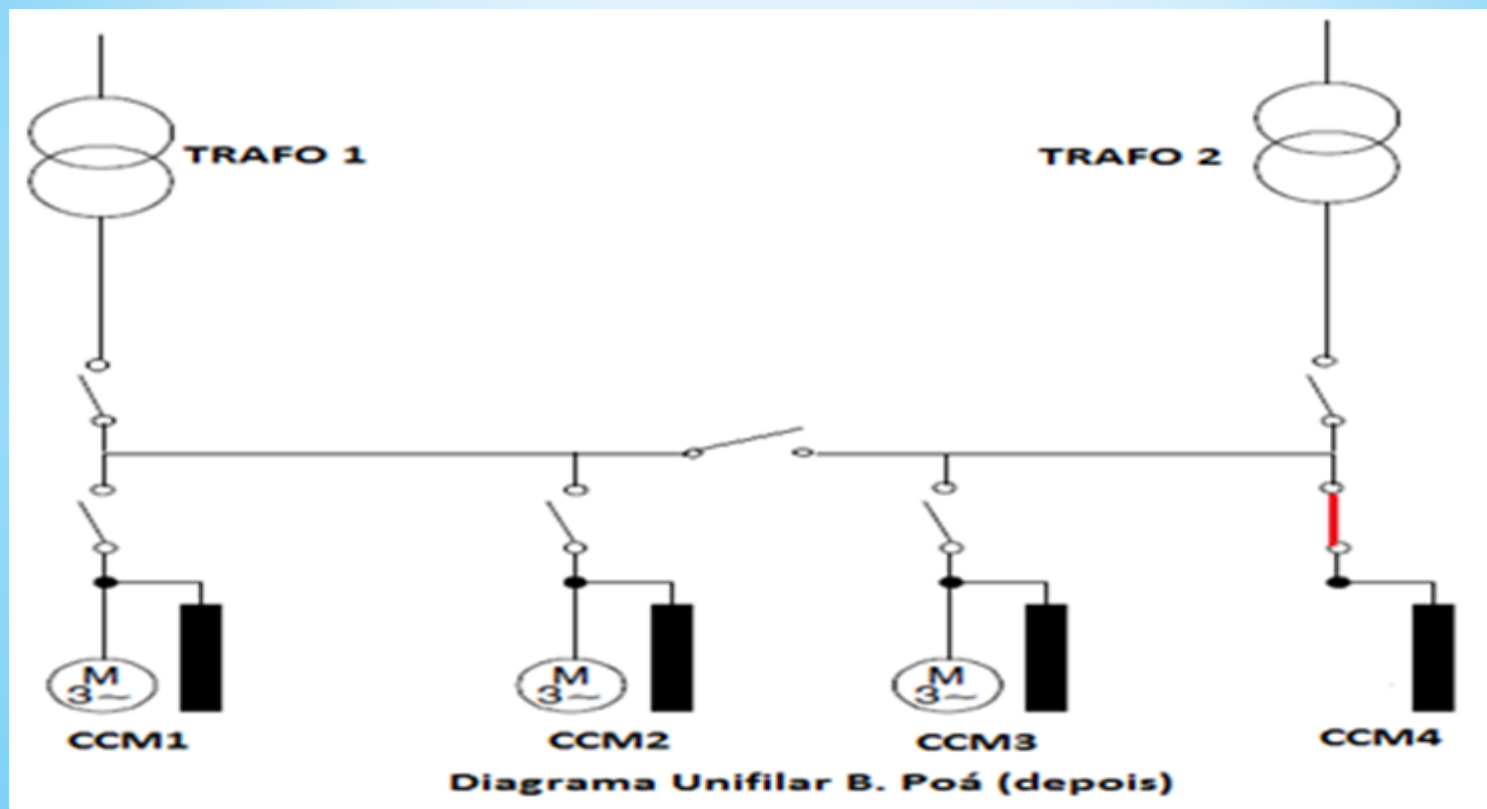


## Detalhes do projeto

- Com a gestão das faturas de energia elétrica, através do CEL, verificou-se que as multas por energia reativa (FER) só ocorriam no horário de ponta, onde os motores são desligados diariamente, porém, os transformadores 1 e 2 ficam energizados em vazio, o que ocasionava baixo fator de potência.
- Após os reparos no painel, foi feita a energização do novo banco de capacitores, ficando ligado diretamente no secundário do transformador 2 (correção geral), ou seja, melhorar o fator de potência da instalação tanto no horário de ponta quanto fora da ponta e reduzir as cobranças de penalidades por reativos (UFER).

## Detalhes do projeto

Esquema unifilar após implantação da melhoria, onde o banco de capacitores 4, ficou sempre energizado.



## Detalhes do projeto

### 2. EEA Itaquá-Arujá

Após cálculos de dimensionamento do banco de capacitores visando melhorar o fator de potência de 0,88 para 0,95 foi identificado que 40 kVAr eram suficientes.

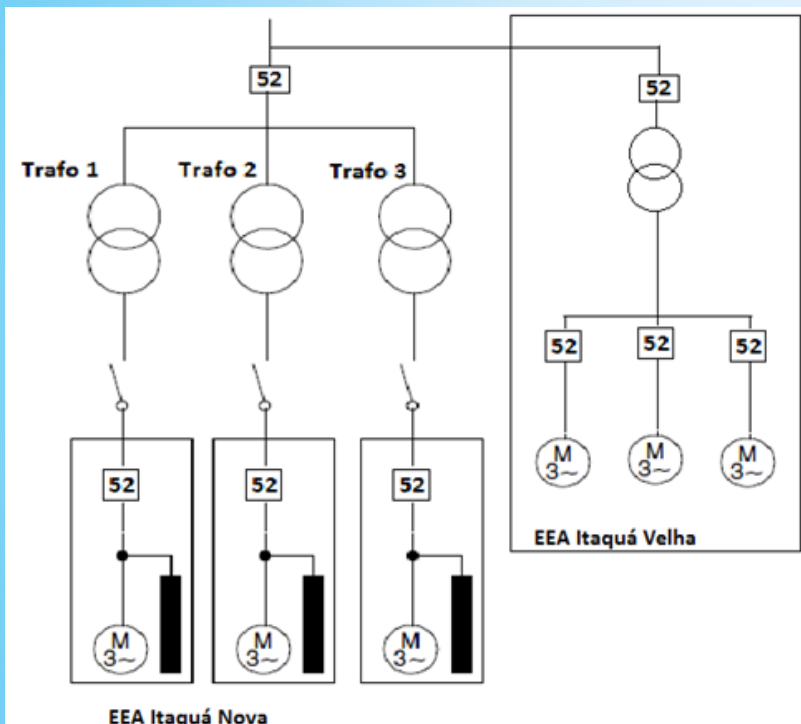
Identificamos em outra instalação a existência de um painel de banco de capacitores com tensão nominal de 3,8 kV e 35 kVAr desativado, e que atendia em parte, nossa necessidade para melhorar o FP da estação.

Feita a mobilização do painel banco de capacitores para a oficina, onde passaria por uma manutenção geral e testes funcionais.

Foram feitas algumas adequações na estrutura civil da casa de bombas para possibilitar a instalação do novo painel.

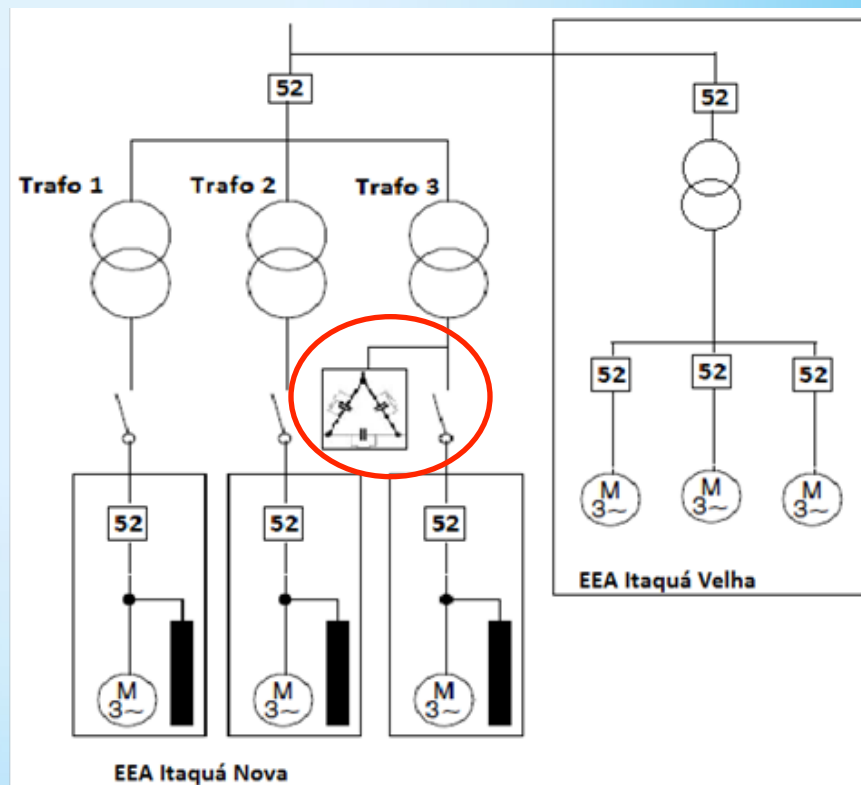
## Detalhes do projeto

Esquema de ligação antes e depois da instalação do banco de capacitores na elevatória.



Antes

Depois



EEA Itaqué Nova



## Detalhes do projeto

### 3. EEA Sifão 22

A elevatória já possuía um banco de capacitores de 245 kVAr, porém, este não era suficiente para elevar o fator de potência para 0,92 ou mais.

Após estudos verificamos a necessidade de instalar um novo banco de capacitores de 100 kVAr/13,8 kV e elevar o fator de potência para 0,95.

Após aquisição de três células capacitivas de 100kVar/13,8kV e, confeccionado um leito em aço para instalação e sustentação do banco e fixado em poste, foi feita a montagem do equipamento.

Em julho de 2012 foi energizado o novo banco de capacitores na linha de alta tensão que alimenta a EEA Sifão 22, ficando energizado 24 horas por dia, com isso, o fator de potência passou de 0,91 para 0,96 em média.

## ○ Detalhes do projeto

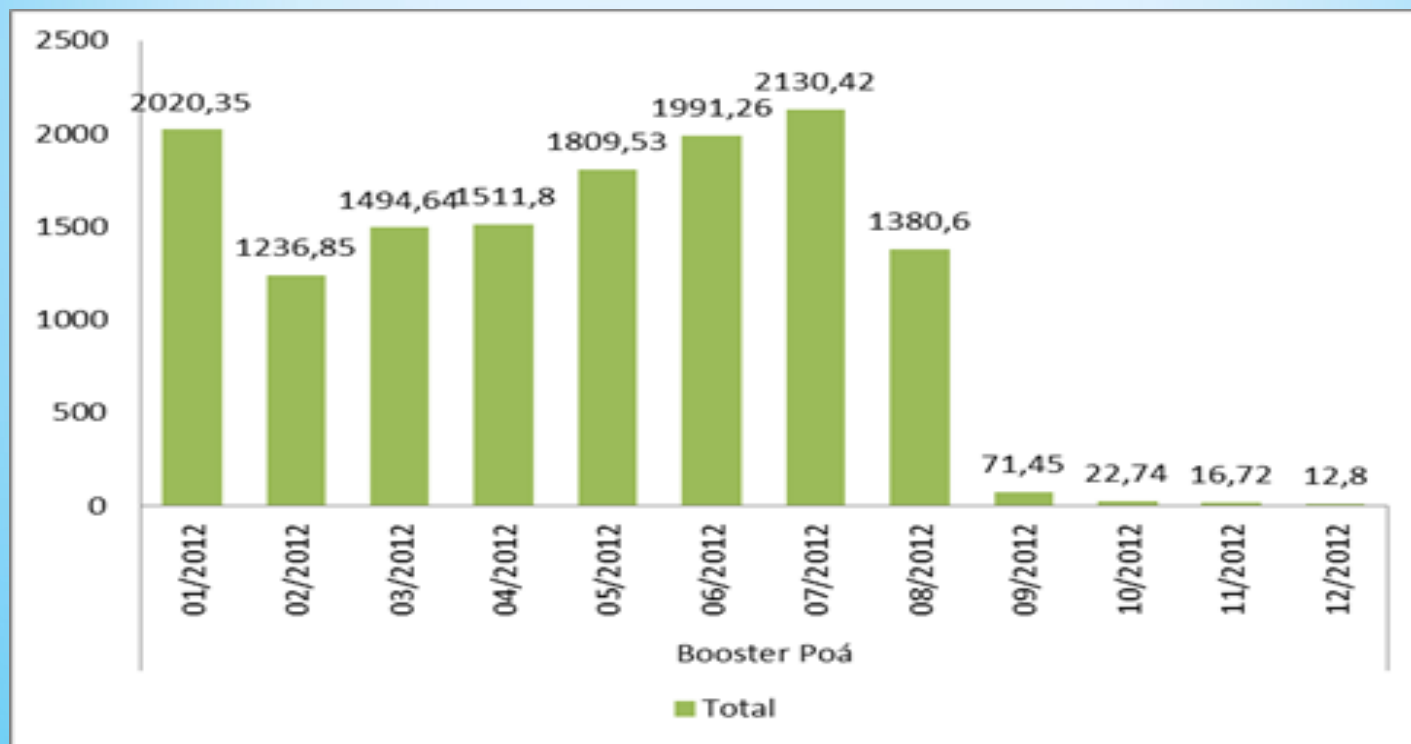
Pórtico com as células capacitivas instaladas na EEA Sifão 22.



## Resultados Obtidos

### Booster Poá

Em agosto, após energização do novo banco de capacitores, já houve redução de 35% na cobrança por reativos e em setembro verificamos uma redução superior a 90% na cobrança de UFER, reduzindo a multa de R\$ 2.130,42 em julho para R\$ 22,74 em outubro e gerando uma economia média de R\$ 4.560,00 somente nos últimos quatro meses de 2012.

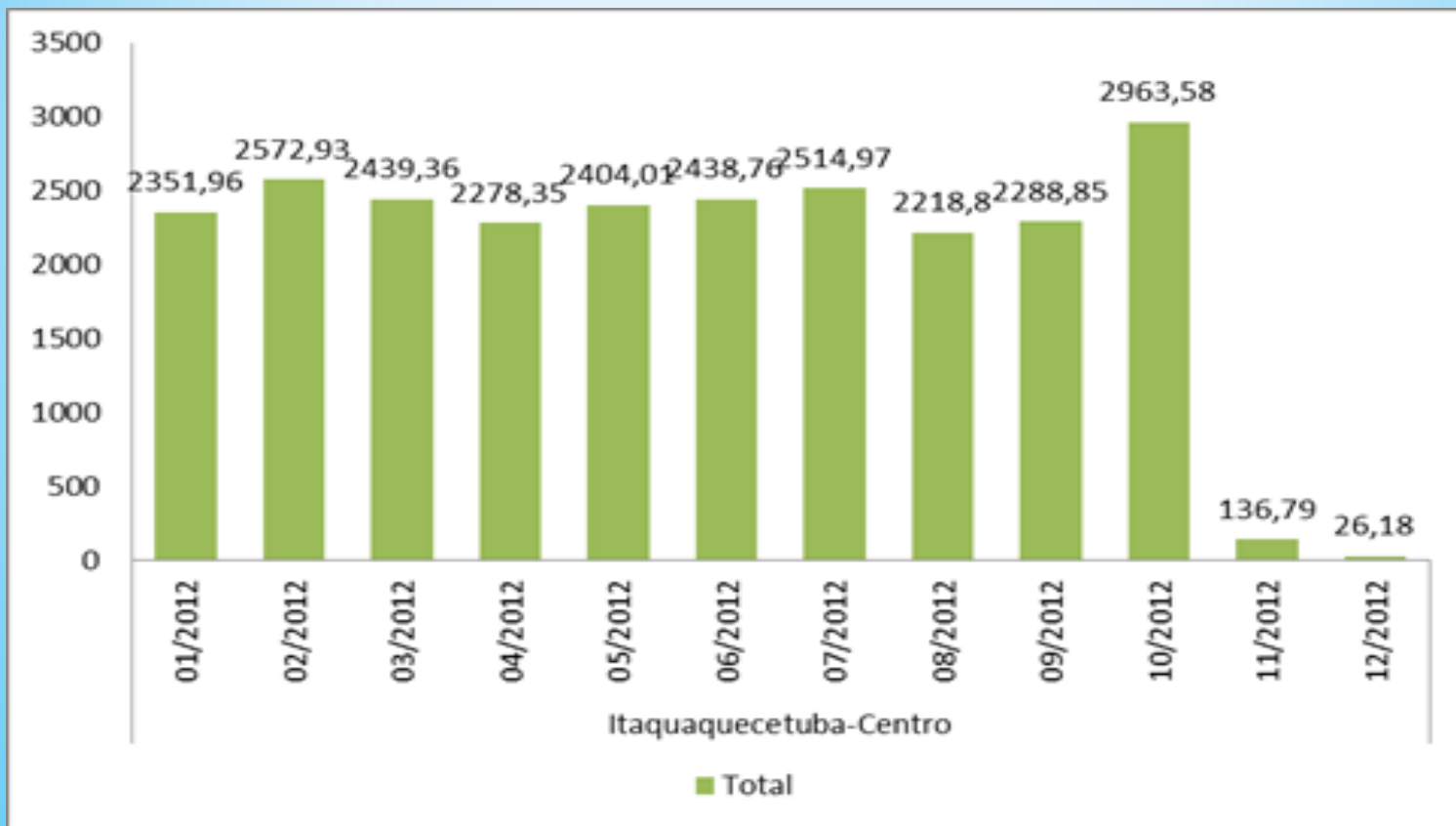




## Resultados Obtidos

### EEA Itaquá-Arujá

Com a energização do novo banco de capacitores na elevatória, em outubro/12 as multas por UFDR e UFER tiveram uma redução de 94%, reduzindo em média de R\$ 2.052,87 para R\$ 81,50 nos meses seguintes.





## Resultados Obtidos

### EEA Sifão 22

A elevatória do Sifão 22 é o caso mais notável, onde, em 2006 pagávamos cerca de R\$ 23.000,00/mês (média) em multas. A partir de 2008 com a substituição de células capacitivas defeituosas, reduzimos ainda mais estes valores e em 2012 com a instalação de mais um banco de capacitores de 100 kVar alcançamos nossa meta, praticamente zeramos as cobranças de multas por reativos.

ANO	UFDR (R\$)	UFER (R\$)	TOTAL (R\$)	MÉDIA MENSAL (R\$)
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

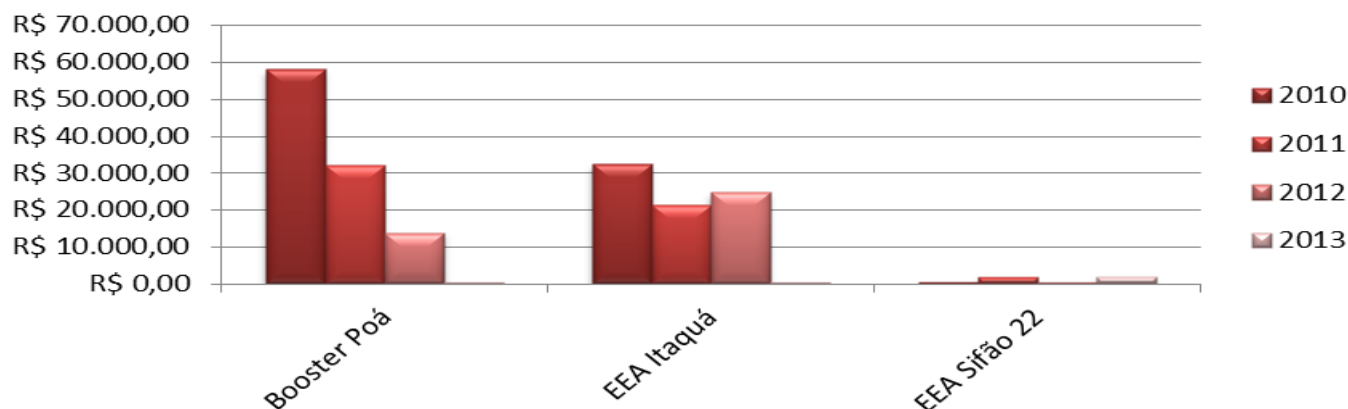


## Resultados Obtidos

### Desembolso com multas por reativos na MAML (atualizado)

Instalação	2010	2011	2012	2013
Booster Poá	R\$ 58.114,66	R\$ 32.225,46	R\$ 13.699,16	R\$ 66,04
EEA Itaquá	R\$ 32.345,10	R\$ 21.219,16	R\$ 24.634,54	R\$ 14,73
EEA Sifão 22	R\$ 440,06	R\$ 1.740,36	R\$ 10,70	R\$ 1.858,63
<b>Total</b>	<b>R\$ 90.899,82</b>	<b>R\$ 55.184,98</b>	<b>R\$ 38.344,40</b>	<b>R\$ 1.939,40</b>

### Desembolso com multas por reativos



A cobrança de R\$ 1.858,63 na EEA Sifão 22 em 2013 foi decorrente de queima de fusível no banco de capacitores em janeiro, problema corrigido logo no mês seguinte.

# OBRIGADO

**Jean Carlos Pessoa de Araújo**

**Tecnólogo**

**[jcparaujo@sabesp.com.br](mailto:jcparaujo@sabesp.com.br)**

