

# XXVII

## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## IMPLANTAÇÃO DE BANCOS DE CAPACITORES PARA CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA EM EMPRESA DE SANEAMENTO

### Autores

Henrique Gonzaga Estrada  
Rodrigo da Silva Santos  
Guilherme Sgobbi Zagui



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## INTRODUÇÃO

No município de Ribeirão Preto a gestão do serviço de saneamento e abastecimento de água é realizada pela Prefeitura Municipal através da Secretaria de Água e Esgoto de Ribeirão Preto – SAERP

- 162 UNIDADES CONSUIDORAS (UC);
- 120 POÇOS TUBULARES;
- 27 ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA;
- 9 ELEVATÓRIAS DE ESGOTO;
- 6 UNIDADES ADMINISTRATIVAS;
- APROXIM. 215 MIL LIGAÇÕES DE ÁGUA;
- CONSUMO MÉDIO DE ENERGIA ELÉTRICA: 12MI KWh/mês.



FONTE: SAERP, 2024

# XXVII

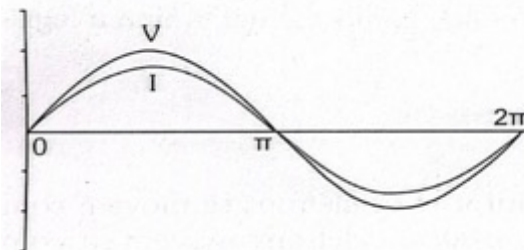
## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



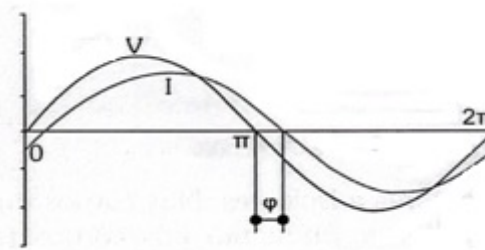
## INTRODUÇÃO



### POTÊNCIA ATIVA

Ondas de tensão (V) e corrente (I) estão em fase.

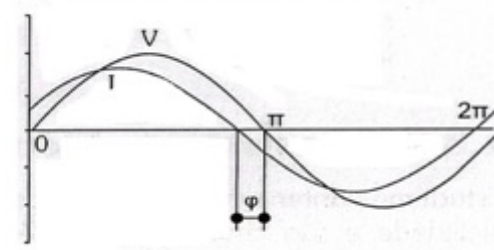
A carga possui características resistivas. ( $FP = 1$ )



### POTÊNCIA REATIVA INDUTIVA

Onda de corrente (I) atrasada em relação à onda de tensão (V).

A carga possui características indutivas. ( $FP < 1$ )



### POTÊNCIA REATIVA CAPACITIVA

Onda de corrente (I) adiantada em relação à onda de tensão (V).

A carga possui características capacitivas. ( $FP < 1$ )

**POTÊNCIA REATIVA:** É uma componente da potência elétrica que não é convertida em trabalho útil.

FONTE: Cavalin; Cervelin, 2012



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



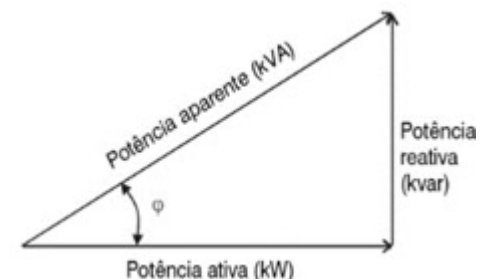
Realização:



## INTRODUÇÃO

- **FATOR DE POTÊNCIA:** É uma medida da eficiência com que a energia elétrica é convertida em trabalho útil.

$$FP = \frac{\text{kW (Pot.Ativa)}}{\text{kVA (Pot.Aparente)}} = \cos \varphi$$



- **Resolução ANEEL N° 1.000/21:** Determina que o Fator de Potência deve ser mantido o mais próximo possível da unidade (1,00), mas permite um valor mínimo de 0,92, para as unidades consumidoras do grupo A (ANEEL, 2021).
- O montante de energia e demanda que ficarem abaixo 0,92 são adicionadas na fatura como energia reativa excedente (CPFL, 2022).
- **BANCO DE CAPACITOR:** Equipamento utilizado para correção do baixo Fator de Potência em equipamentos indutivos, como motores elétricos de baixa eficiência.
- **Tipos de Bancos de Capacitores:** Fixos; Programáveis e Automáticos.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

  
**52º CNNSA**  
CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE  
20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:

  
Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## OBJETIVO

Avaliar a redução do consumo de energia reativa com a implantação de bancos de capacitores para correção do fator de potência em empresa de saneamento no município de Ribeirão Preto.



FONTE: SAERP, 2023



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste artigo, foram analisados arquivos de consumo de energia elétrica da empresa de saneamento, responsável pelo abastecimento de água no município de Ribeirão Preto, que iniciou o processo de instalação de bancos de capacitores gradualmente desde o ano de 2015.

ATENDIMENTO CPFL	PN	SEU CÓDIGO	CONTA MÊS
0800 770 4140			MAR/2023
www.cpflempresas.com.br			

DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO							
Cod. 115	Descrição da Operação N° 900005454638	Mês Ref.	Quant. Registrada	Quant. Faturada	Unid. Med.	Tarifa com Tributos R\$	Valor Total Operação R\$
0605	Consumo Ponta - TUSD-3.00%	MAR/23	13.145,108	13.145,108	kWh	0,13723280	1.803,94
0605	Consumo Fora Ponta -TUSD-3.00%	MAR/23	127.902,739	127.902,739	kWh	0,13723241	17.552,40
0601	Cons Ponta - TE-3.00%	MAR/23	13.145,108	13.145,108	kWh	0,56701701	7.453,50
0601	Cons FPonta TE-3.00%	MAR/23	127.902,739	127.902,739	kWh	0,34702557	44.385,52
0605	Dem Reat Exced Ponta -TUSD	MAR/23		15,963	KW	19,72943440	314,94
0605	Dem Reat Exc Fora Ponta -TUSD	MAR/23		15,008	KW	19,72953517	296,11
0601	Consumo Reativo Exc Ponta	MAR/23	893,322	893,322	KVr	0,37666152	336,48
0601	Consumo Reativo Exc Fora Ponta	MAR/23	6.807,416	6.807,416	KVr	0,37665984	2.564,08
0602	Demanda Ponta - TUSD-3.00%	MAR/23	192,372	192,372	KW	49,60857090	9.543,30
0602	Demanda F Ponta -TUSD-3.00%	MAR/23	198,145	198,145	KW	19,13721683	3.791,94

FONTE: SAERP, 2023

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

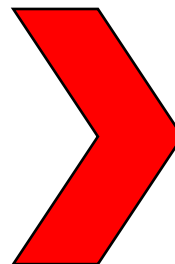
**52º CNSA**  
CONGRESSO  
NACIONAL DE  
SANEAMENTO  
DA ASSEMAE  
20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:



## MATERIAIS E MÉTODOS

- Utilização de bancos de capacitores fixos com acionamento simultâneo à carga nas unidades da Secretaria.



FONTE: SAERP, 2023



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## MATERIAIS E MÉTODOS

- CONFERÊNCIA DO FATOR DE POTÊNCIA

Utilização do equipamento de medição manual “ALICATE WATTÍMETRO” para conferência dos valores do fator de potência (FP) nos Centros de Comando de Motores (CCM) nas unidades operacionais da SAERP.



FONTE: SAERP, 2023



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO




Realização:



## MATERIAIS E MÉTODOS

Os motores das bombas, com baixo fator de potência, demandam grande consumo de energia reativa durante seu funcionamento, e precisam ter seu fator de potência corrigido por meio de bancos de capacitores. (FILHO, 2015)

Produto BHSE 10340-R4°-5	Potência (HP) 235,00	Freq. (Hz) 60	Nº Pólos 2	Ø Poço (pol.) 10	Ø Rotor B. (mm) 148,80	Tipo Rotor B. Semi-axial	Categoria N
Motor M10	Tensão (V) 380	Ind. Prot. IP 68	Fases 3	Ø Recal. 6"	Corr. Nom. (A) 405	Cos $f$ (100%) 0,81	Rend. (100%) 85,9
Ip/In 4,47	Rotação (rpm) 3540	Classe Isol. Y	Fator serv. 1,00	Tipo Rotor M. Gaiola	Temp. Máx. (°C) 30	R. Conj. (%) 66,59	Nº Curva B2096
- Ponto Selecionado -					Imagem Rotor		
Vazão 250 m <sup>3</sup> /h	Altura 172,72 m	NPSHr 15,23 m					
Potência Cons. 203,67 HP	Rend. Hidr. 77,52 %						

FONTE: EBARA, ESB-BR. versão 2.3, 2024

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:



## MATERIAIS E MÉTODOS

Exemplo de dimensionamento do capacitor para correção do Fator de Potência em motores, utilizado pela SAERP.

Fator de potência original	Fator de potência desejado																	
	0,8	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
0,5	0,982	1,008	1,034	1,06	1,086	1,112	1,139	1,165	1,192	1,220	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,442	1,481
0,51	0,937	0,962	0,989	1,015	1,041	1,067	1,094	1,120	1,147	1,175	1,203	1,231	1,261	1,292	1,324	1,358	1,395	1,436
0,52	0,893	0,919	0,945	0,971	0,997	1,023	1,060	1,076	1,103	1,131	1,159	1,187	1,217	1,248	1,280	1,314	1,351	1,392
0,53	0,850	0,876	0,902	0,928	0,954	0,980	1,007	1,033	1,060	1,088	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349
0,54	0,809	0,835	0,861	0,887	0,913	0,939	0,966	0,992	1,019	1,047	1,075	1,103	1,133	1,164	1,196	1,230	1,267	1,308
0,55	0,769	0,795	0,821	0,847	0,873	0,899	0,926	0,952	0,979	1,007	1,035	1,063	1,090	1,124	1,456	1,190	1,228	1,268
0,8	0,000	0,026	0,062	0,078	0,104	0,130	0,157	0,183	0,210	0,238	0,266	0,264	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499
0,81	<del>0,000</del>	<del>0,026</del>	<del>0,062</del>	<del>0,078</del>	<del>0,104</del>	<del>0,130</del>	<del>0,157</del>	<del>0,183</del>	<del>0,210</del>	<del>0,238</del>	<del>0,266</del>	<del>0,264</del>	<del>0,321</del>	<del>0,355</del>	<del>0,387</del>	0,395	0,433	0,473
0,82		0,000	0,026	0,062	0,078	0,105	0,131	0,158	0,186	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	

### DADOS DO MOTOR

P (hp) = 235  
Rend.(%) = 85,9%  
FP orig. = 0,81

$$Q = \frac{P \text{ (hp)} \times 0,746 \times F \times 100\%}{\text{Rend. \%}}$$

$$Q = \frac{235 \times 0,746 \times 0,395 \times 100\%}{85,9\%}$$

$$Q = 80,61 \text{ kVAr}$$

Q = Potência trifásica do banco de capacitor

P (hp) = Potência Nominal do motor

F = Fator obtido na tabela

Rend % = Rendimento do motor

FONTE: WEG, 2023

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Instalação de bancos de capacitores nas unidades operacionais da Secretaria entre os períodos 2015 a 2023.

Tabela 1. Aquisição e Instalação de Bancos de Capacitores

Referência	Aquisição de Capacitores (unid.) anual	Investimento na Compra (R\$) anual	Instalação de Capacitores (unid.) anual
2015	68	58.869,76	15
2016	220	44.041,50	255
2017	164	125.048,00	90
2018	0	0,00	21
2019	0	0,00	33
2020	38	29.205,00	50
2021	52	40.368,00	25
2022	10	5.026,95	34
2023	42	72.541,99	54
<b>TOTAL</b>	<b>594</b>	<b>375.101,20</b>	<b>577</b>

FONTE: SAERP, 2023



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

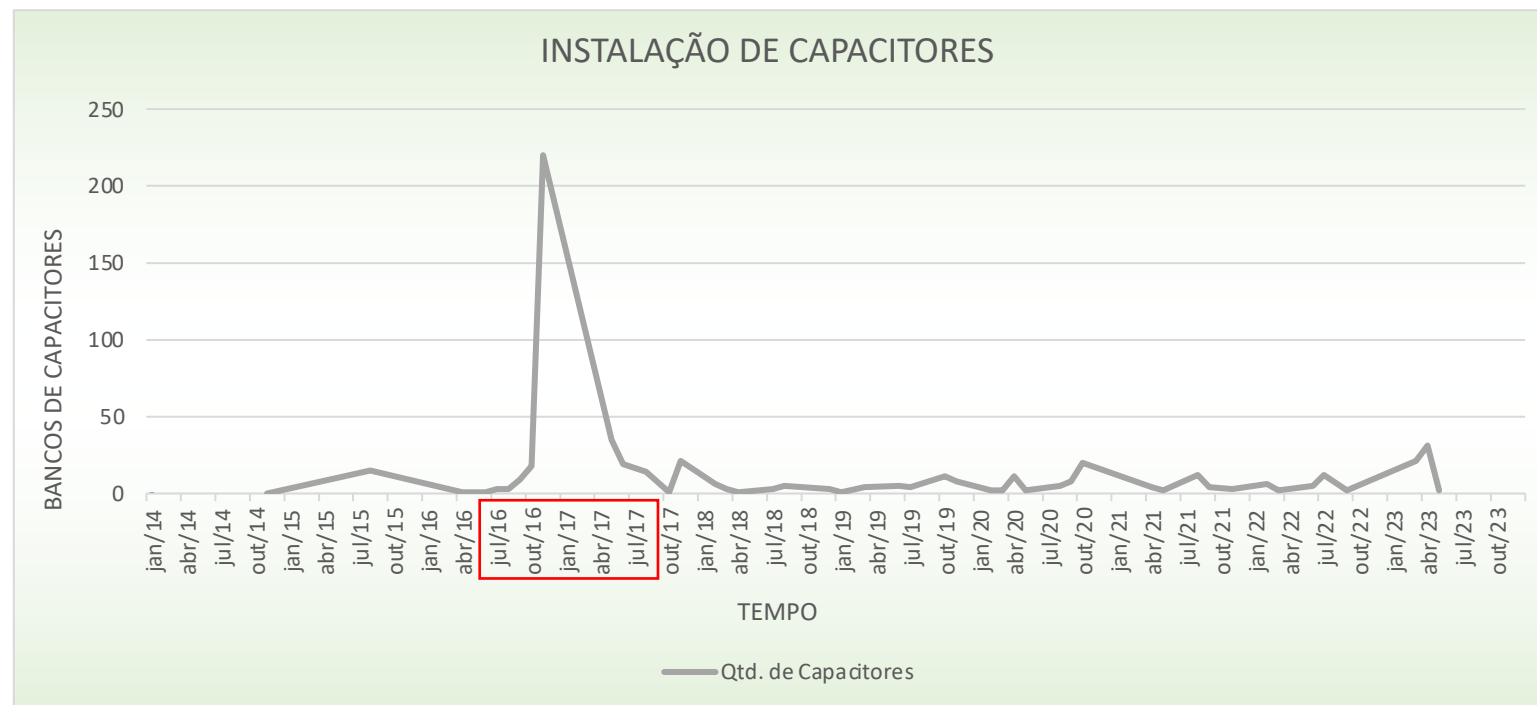


Realização:



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Instalação de 577 Banco de Capacitores entre os anos 2015 a 2023, com investimento de R\$ 375.101,20 na aquisição de 594 unidades. Entre os anos 2016 e 2017 foram instalados 345 bancos de capacitores.



FONTE: SAERP, 2023

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

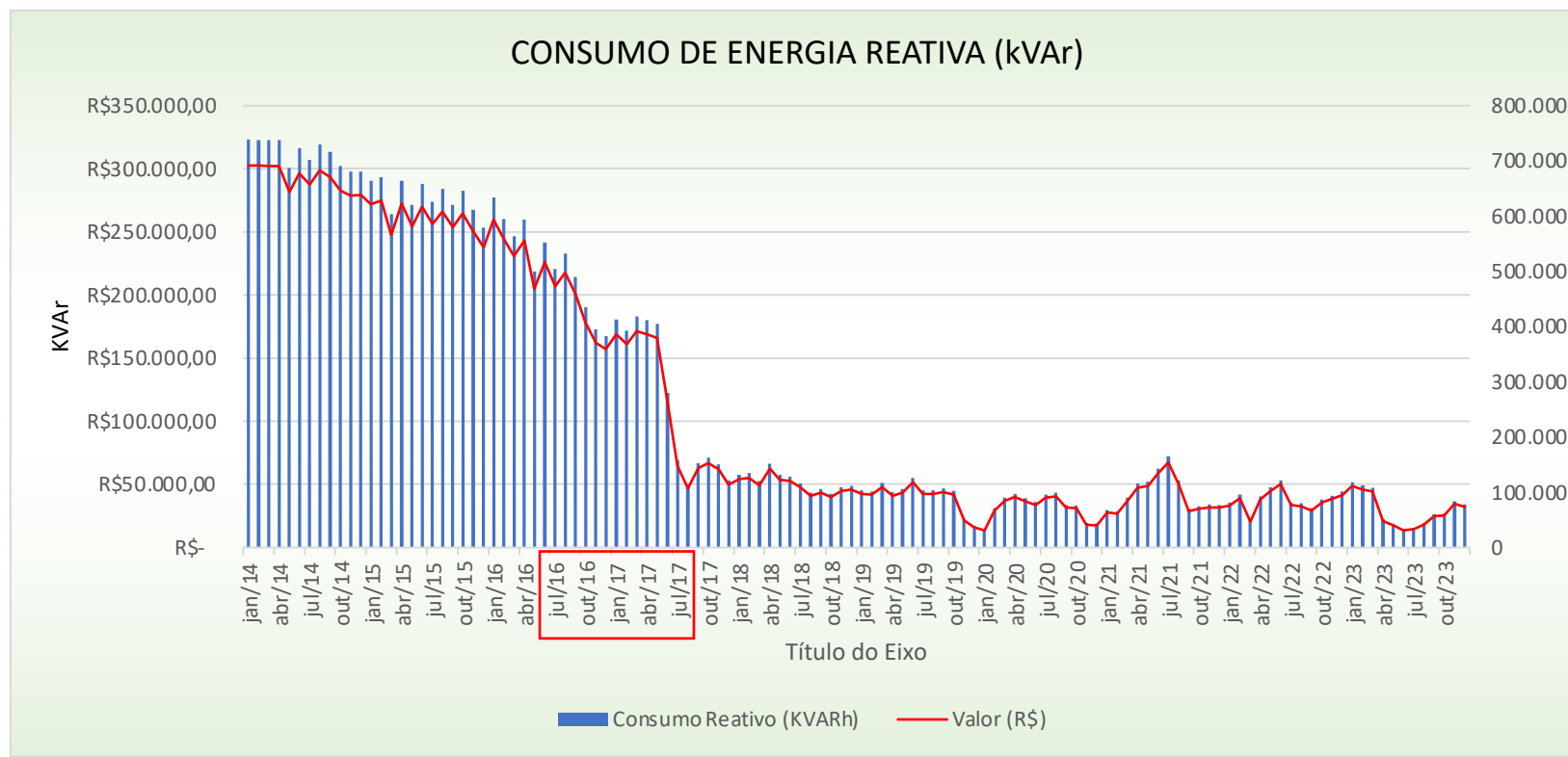


Realização:



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Redução expressiva no consumo de energia reativa (kVArh) de aproximadamente 90% entre o período de 10 anos.



FONTE: SAERP, 2023

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

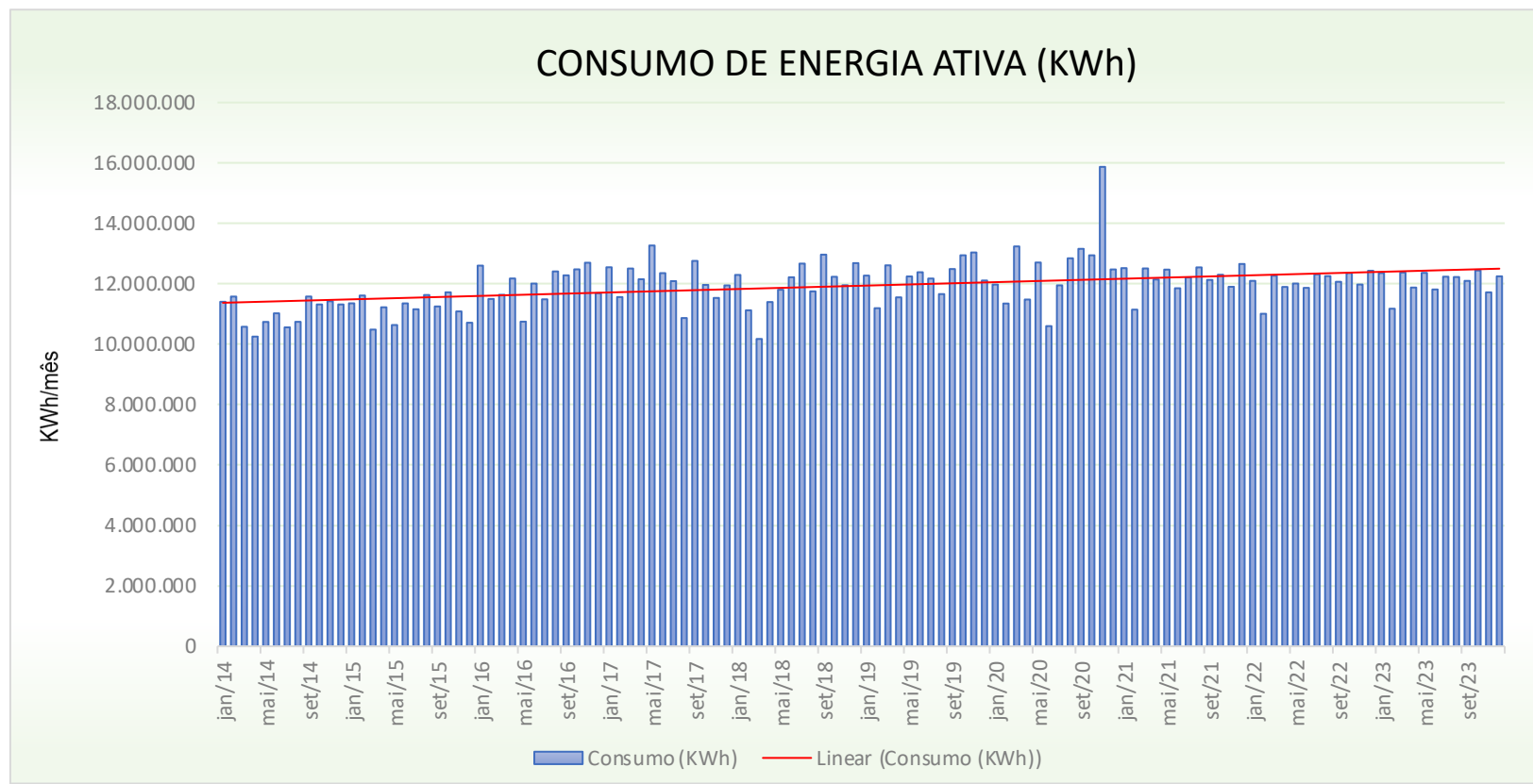


Realização:



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Não houve alteração expressiva no consumo de energia ativa (kWh).



FONTE: SAERP, 2023



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Redução expressiva no consumo de reativo, entre os períodos 2016 e 2017, com a instalação de instalação de 345 bancos de capacitores.

Tabela 2 - Consumo de Energia Reativa (kVAr) e Energia Ativa (kWh)

Referência	Cons. de Energia Ativa (kWh) anual	Cons. de Energia Reativa (kVArh) anual	Gasto c/ Energia Reativa <sup>2</sup> (R\$) anual
2014	132.493.841	8.578.536	3.508.008,35
2015	134.201.160	7.612.725	3.119.794,81
2016	143.696.767	6.176.405	2.531.171,99
2017	145.529.351	3.182.064	1.304.051,67
2018	143.247.867	1.436.793	588.816,67
2019	146.653.362	1.161.554	476.020,10
2020	150.571.287	897.645	367.866,73
2021	146.365.082	1.186.827	486.377,31
2022	144.529.717	1.066.446	437.043,59
2023	144.905.337	830.986	340.548,99

<sup>2</sup> Valor do kVAr considerado com impostos R\$0,40981315

FONTE: SAERP, 2023

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## CONCLUSÕES

- ECONOMIA NAS FATURAS DE ENERGIA;
- EXPRESSIVA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA REATIVA E AUMENTO NA EFICIÊNCIA DAS MOTOBOMBAS;
- REDUÇÃO DO GASTO ANUAL COM ENERGIA REATIVA;
- CONSUMO DE ENERGIA ATIVA INALTERADO;
- DIMINUIÇÃO NA QUEDA DE TENSÃO DAS BOMBAS SUBMERSAS;
- BAIXO INVESTIMENTO PARA AQUISIÇÃO DOS CAPACITORES;

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## REFERÊNCIAS

- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa ANEEL nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021.** Brasil: 2021. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>>. Acesso em: 10 de junho 2023.
- CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Potência Elétrica.** In: *Instalações Elétricas Prediais*. 21ª ed. Editora: Érica. São Paulo - SP, 2012.
- CPFL - COMPANHIA DE FORÇA E LUZ. **Entenda o que é energia reativa excedente.** Brasil: 2022. Disponível em: <<https://cpflsolucoes.com.br/energia-reativa-excedente/>>. Acesso em: 09 de junho 2023.
- EBARA. **Catálogo de Seleção de bombas EBARA, ESB-BR.** versão 2.3, Brasil: 2024.
- EMPRESA DE SANEAMENTO. Empresa de Saneamento localizada no interior do estado de São Paulo. Dados coletados entre 05 a 12 de junho de 2023.
- FILHO, J. M. **Fator de Potência.** In: *Instalações Elétricas Industriais*. 5ª ed. Editora: LTC. Rio de Janeiro – RJ, 2015.
- WEG. **Guia de Especificação de Motores Elétricos.** Brasil: 2023. Disponível em: <<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h32/hc5/WEG-motores-eletricos-guia-de-especificacao-50032749-brochure-portuguese-web.pdf>>. Acesso em: 15 de maio 2024.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## OBRIGADO!

**Henrique Gonzaga Estrada**

Contato

[henrique.estrada@sou.unaerp.edu.br](mailto:henrique.estrada@sou.unaerp.edu.br)

