

# Análise de Impacto da Instalação de Banco de Capacitores em área rural de Cachoeira do Sul

1<sup>st</sup> Ingridi Dos Santos Kremer  
*Mestranda em Eng. Elétrica*  
 UFSM - Santa Maria  
 Santa Maria, Brasil  
 ingridikremer@hotmail.com

2<sup>nd</sup> Maria Cecília Caldeira Vieira  
*Graduanda em Eng. Elétrica*  
 UFSM - Cachoeira do Sul  
 Cachoeira do Sul, Brasil  
 vieira.maria@acad.ufsm.br

3<sup>rd</sup> Gabriel Martins Franco  
*Bacharel em Eng. Elétrica*  
 UFSM - Cachoeira do Sul  
 Cachoeira do Sul, Brasil  
 gmartinsfr@gmail.com

4<sup>th</sup> Guilherme Azevedo Rech  
*Graduando em Eng. Elétrica*  
 UFSM - Cachoeira do Sul  
 Cachoeira do Sul, Brasil  
 gui.rech.a@gmail.com

5<sup>th</sup> Renan Busatto  
*Graduando em Eng. Elétrica*  
 UNISC - Santa Cruz do Sul  
 Santa Cruz do Sul, Brasil  
 renanbusatto@yahoo.com.br

6<sup>th</sup> Marcelo de Ramos Grenzel  
*Bacharel em Eng. Elétrica*  
 UFSM - Cachoeira do Sul  
 Cachoeira do Sul, Brasil  
 marcelogrenzell16@gmail.com

7<sup>th</sup> Cristiane Cauduro Gastaldini  
*Docente da Universidade Federal de Santa Maria*  
 UFSM - Cachoeira do Sul  
 Cachoeira do Sul, Brasil  
 cristiane.gastaldini@ufsm.br

8<sup>th</sup> Daniel Pinheiro Bernardon  
*Docente da Universidade Federal de Santa Maria*  
 UFSM - Santa Maria  
 Santa Maria, Brasil  
 dpbernardon@ufsm.br

**Resumo**—O presente trabalho visa apresentar a metodologia, bem como a percepção gráfica, de uma correção de fator de potência (FP) da região de Cordilheira, no município de Cachoeira do Sul. Os dados e metodologia que aqui serão apresentados, foram disponibilizados pela empresa CELETRO - Cooperativa de Eletrificação Centro Jacuí, a qual está no mercado de distribuição de energia elétrica, desde 1969. Ademais, também foi utilizado um sistema de telemetria, para extração de todos os resultados presentes no artigo, por um período de 5 meses. Pontua-se também, a importância na análise e correção do fator de potência para o bom funcionamento de um sistema de distribuição. Foram destacadas a sua importância para o bom funcionamento do sistema e eficiência energética, e também como isso impacta na vida dos consumidores. A fim de expor a resolução de um problema real, em uma região rural do município já citados. Destaca-se que esse tipo de problemática é enfrentada rotineiramente pela cooperativa e o nosso objetivo principal foi expor como problemas associados a esse tipo de fator é resolvido no dia a dia de empresas como a CELETRO. De forma facilitar a conscientização sobre a importância da correção do fator de potência, e a necessidade em se desenvolver tecnologias voltadas para esse cenário, e o principal, o entendimento dessa questão. Possibilitando assim, um desenvolvimento mais sustentável e melhor preservação do meio ambiente.

**Palavras-chave**—Distribuidora de Energia. Fator de Potência. Banco de Capacitores

## I. INTRODUÇÃO

A distribuição de energia elétrica, pode ser dividida entre três processos fundamentais, sendo eles a geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica. De modo geral, ela fundamentasse na importância e necessidade de se levar a

energia gerada nas usinas até os consumidores finais, para a sua utilização nas mais diversas aplicações [1].

Função na qual, é desempenhada por empresas de distribuição de energia, que também são conhecidas por concessionárias e permissionárias de energia elétrica. Essas empresas, são responsáveis por operar e manter a infraestrutura de distribuição, na qual consiste nas redes de linhas elétricas, transformadores, banco de capacitores, reguladores de tensão, chaves religadoras, postes, disjuntores entre outros equipamentos [2].

Vale ressaltar que, ao longo dos anos, surgiram diversas tecnologias com o intuito de melhorar a qualidade da rede de distribuição, contribuindo significativamente para o aumento da confiabilidade da rede, como também, na qualidade da energia, beneficiando os consumidores de modo geral. Nesse contexto, a correção do fator de potência surge como uma solução para aumentar a eficiência energética e reduzir a poluição eletromagnética nos sistemas de potência [1].

E para além dos avanços, durante os anos, também acabaram surgindo alguns problemas a serem resolvidos. Como o fator de potência (FP), pois, a medida em que aumentaram os usos dos motores elétricos, principalmente nas grandes indústrias, acabou surgindo uma alteração no fator de potência ideal. Isso tudo, devido a sua natureza indutiva [3]. Partindo disso, surge a correção do fator de potência [4].

O fator de potência, possui uma alta relevância nas distribuidoras de energia elétrica, pois se relaciona diretamente com a eficiência energética e a qualidade de energia fornecida aos consumidores [5]. Além disso, está relacionado com a potência ativa, ou potência resistiva (kW) e a potência aparente

(kVA) de um sistema elétrico [6]. Em sistemas de distribuição o FP é muito relevante tanto para o consumidor quanto para a distribuidora de energia. Um baixo FP indica desperdício de energia, aumento do consumo de corrente, perdas de energia, necessidade de equipamentos maiores, bem como custos mais elevados devido às penalidades tarifárias [7].

Ainda sobre o fator de potência, segundo o módulo 8 do Prodist o FP ideal é igual ou aproximadamente a 1, mas como tal valor é muito difícil de se obter, admite-se uma variação entre 0,92 a 1 [8]. Sobre isso, como já ressaltado, um dos maiores agentes causadores dessas irregularidades, são os como os motores elétricos, mas também podem ser transformadores e reatores, entre outras cargas indutivas [9]. Cargas nas quais consomem energia reativa, ou seja, que não é convertida em trabalho útil. No qual é caracterizado pelo Efeito Joule. Resultando em circulação entre a fonte de energia e a carga, gerando uma demanda maior de corrente para a mesma potência ativa, causando perdas e ineficiência no sistema [10].

À vista disso, para corrigir o baixo fator de potência, geralmente bancos de capacitores são instalados pelas distribuidoras, a fim de subir esse fator de potência, uma vez que esses elementos atuam de forma oposta a carga indutiva no sistema. Eles acabam sendo um meio prático e econômico de reduzir as perdas do sistema e podem ser aplicados rotineiramente pelas concessionárias [11]. Essas instalações, são geralmente justificadas por análises de ativos de rede por meio de softwares específicos. Nos quais, são comumente desenvolvidos para esse fim. E representam uma grande importância na segurança, integridade e desempenho da análise e efetuação da correção. Visto que é por meio deles que se é possível identificar se o fator de potência é adequado ou necessita de algum ajuste [12].

Com base nisso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabeleceu alguns deveres que as distribuidoras de energia elétrica devem seguir para garantir um serviço de qualidade aos consumidores. Esses deveres incluem o fornecimento contínuo de energia, a manutenção da infraestrutura, o atendimento às solicitações dos consumidores, a leitura e faturamento dos consumidores, a transparência e informação aos consumidores e a manutenção da qualidade da energia fornecida [13].

Dessa forma, considerando os tópicos abordados, este artigo apresenta uma análise real da correção do fator de potência em uma determinada área de extensão de rede pertencente à empresa CELETRO, a qual foi fundada em 1969 na cidade de Restinga Seca e iniciou suas atividades no município de Cachoeira do Sul em 1970 e vem expandindo-se ao longo do tempo, prestando serviço atualmente em 29 municípios na região central do Rio Grande do Sul [14]. Partindo disso, será apresentado neste artigo como a empresa realiza a correção do fator de potência e como os gráficos, obtidos através do sistema de telemetria da HD Telemetria, são utilizados para a tomada de decisão. Para isso, foram analisados os dados coletados ao longo de um período de 5 meses.

## II. METODOLOGIA

Nesta seção será apresentada, a metodologia adotada pela cooperativa CELETRO para a correção do FP, a Fig. 1 apresenta o fluxograma da metodologia.

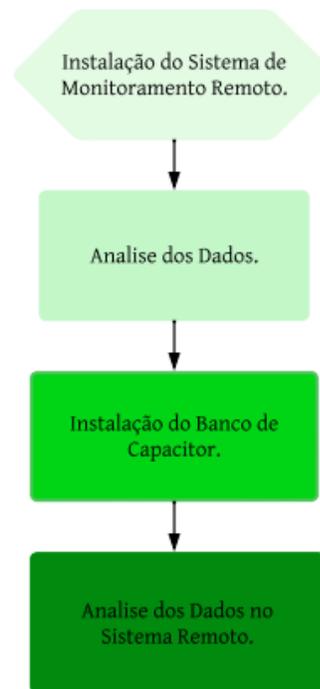


Figura 1. Metodologia adotada.

A primeira etapa da metodologia consiste na instalação do monitoramento remoto do sistema, este monitoramento é instalado nas medições de fronteira, na qual a CELETRO compra a energia. Já com o sistema instalado, consegue-se analisar as características da rede através do sistema de telemetria da HD Telemetria, remotamente através da própria plataforma da HD Telemetria.

Na etapa seguinte realiza-se a análise do FP da rede. Para o presente caso, analisa-se os dados da cordilheira que possui uma extensão de 497,16 km de rede da classe 25kV. É válido ressaltar que, o próprio sistema de monitoramento remoto já apresenta qual o valor que deve ser corrigido para atingir o FP ideal na rede.

Após isso, analisa-se os dados disponibilizados pelo sistema para alocar os bancos de capacitores. Este processo de instalação leva em torno de 5 horas. Quando o sistema entra em operação, visualiza-se a correção momentânea do FP. Ressalta-se que posterior a instalação dos bancos de capacitores deve-se realizar uma nova análise dos dados.

Posteriormente, a nova análise dos dados é realizada. Na maioria dos casos, quando a rede está indutiva, o FP está abaixo de 0,92 e a alocação do banco de capacitores corrigirá a rede. No entanto, no período noturno, como os bancos de capacitores não são automáticos e a demanda de carga é menor, o sistema poderá ficar capacitivo. Portanto, é evidente

a necessidade de se automatizar o banco para obter-se uma correção de aproximadamente de 100% no sistema.

Na seção seguinte serão apresentados os Gráficos de fator de potência, obtidos através do sistema de monitoramento da HD Telemedicação e suas análises.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Abaixo, foram destacados 5 gráficos, disponibilizados pela HD Telemedicação, acerca da variação do fator de potência em relação com alguns meses do ano na localidade de Cordilheira a qual pertence ao município de Cachoeira do Sul. É válido ressaltar que esses dados se referem ao primeiro mês em que começaram a ser instalados os bancos, nessa primeira fase foi instalado um banco de 150kVAr. Sobre isso, a Fig. 2, pode-se encontrar a variação do FP durante o mês de Fevereiro.

Nessa imagem é possível se notar o quanto o gráfico varia em relação ao fator ideal ( $FP = 1$ ), verificando a necessidade de uma maior correção do fator de potência.

Já na Fig. 3, referente ao mês de Março, nas quais as variações são um pouco menos abruptas, devido à instalação de mais 2 bancos de 150 kVAr, mas ainda, sim, estão bastante distantes do ideal.

Na Fig. 4, referente ao mês de Abril, às variações podem ser percebidas de forma ainda menores, visto a adição da instalação de mais 2 bancos de 150 kVAr. o que se perpetua, também, nos meses seguintes, na Fig. 5, e por fim na Fig. 6, que apresenta o melhor resultado entre todas, validando a metodologia de correção abordada

Nota-se que quando compara-se, os meses de abril e março podemos notar que ocorreu uma melhoria no sistema, mas não estávamos operando dentro dos padrões estipulados pela ANEEL, sendo eles as variações de 0,92 a 1.

Já com o sistema bem corrigido, conforme apresentado na Fig. 5, apesar de estarmos quase 100% nos limites, durante o mês de maio, teve-se apenas 5 dias em que o fator de potência estava abaixo de 0,92. Considerando isso, realizou-se a instalação de mais um banco de capacitores de 150 kVAr.

Por fim, no mês de junho, a CELETRO fez a instalação de um banco de 300 kVAr, obtendo assim, uma correção de aproximadamente 100% do FP, conforme apresentado na Fig. 6 a seguir.

Na Fig. 6 é notória a melhoria que obteve-se no sistema, pois não se teve nem um dia o FP abaixo de 0,92. Com isso, podemos dizer que houve uma melhora significativa, em relação ao fator de potência na rede.

### IV. CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou a importância da correção do fator de potência em uma rede de distribuição elétrica. Através da análise dos conceitos envolvidos, dos impactos da baixa eficiência energética e das soluções disponíveis, Desse modo, fica evidente que a correção do fator de potência é uma medida fundamental para o melhor aproveitamento e otimização do consumo de energia elétrica.

Ressalta-se que um baixo fator de potência pode acarretar em diversos problemas, tais como o aumento das perdas de energia, o sobreaquecimento de equipamentos elétricos, a diminuição da capacidade de carga da rede e até mesmo a aplicação de multas por parte das concessionárias de energia.

A correção do fator de potência pode ser realizada de diversas formas, como a instalação de bancos de capacitores como foi realizado no presente trabalho. Essa medida visa minimizar a quantidade de energia reativa demandada da rede, melhorando assim o fator de potência e tornando o sistema mais eficiente.

Ao adotar essas soluções, empresas e consumidores podem obter benefícios significativos, tais como a redução das perdas de energia, o aumento da capacidade de carga, a diminuição das contas de energia elétrica e o cumprimento de normas e regulamentos estabelecidos pelas concessionárias e órgãos reguladores.

Conclui-se, portanto, que a correção do fator de potência é uma estratégia indispensável para uma rede de distribuição elétrica eficiente e sustentável. A conscientização sobre a importância dessa correção, aliada a investimentos em tecnologias e práticas eficientes, é fundamental para o uso responsável e consciente da energia elétrica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente.

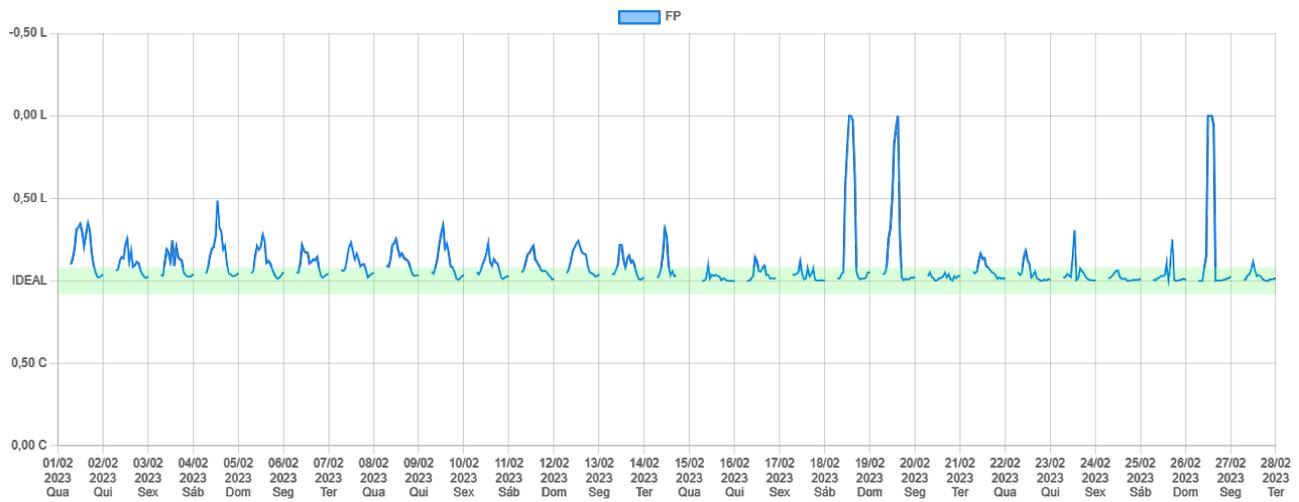


Figura 2. Fator de potência - Fevereiro

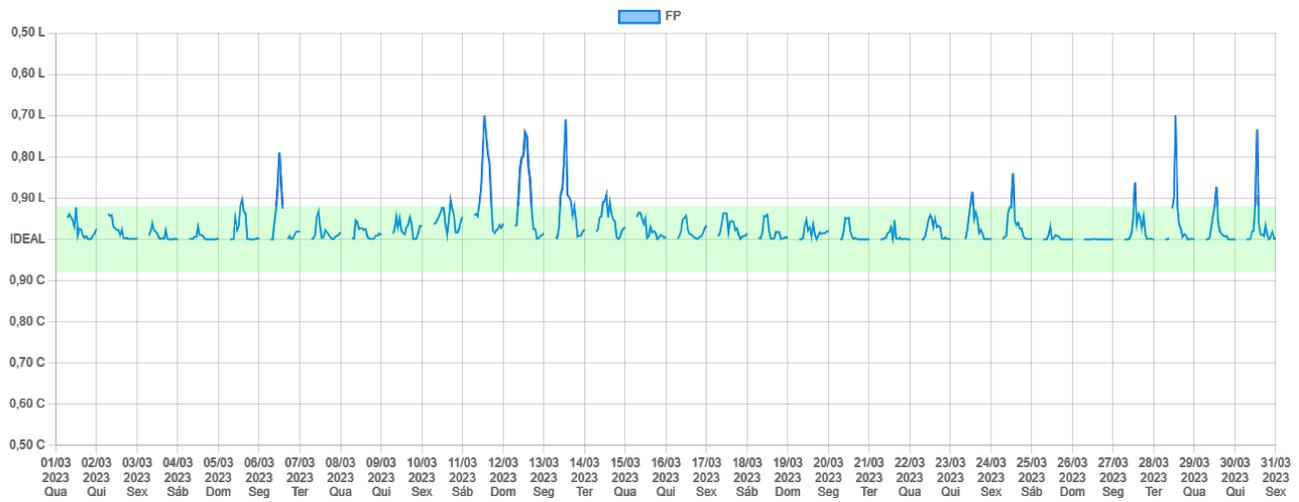


Figura 3. Fator de potência - Março

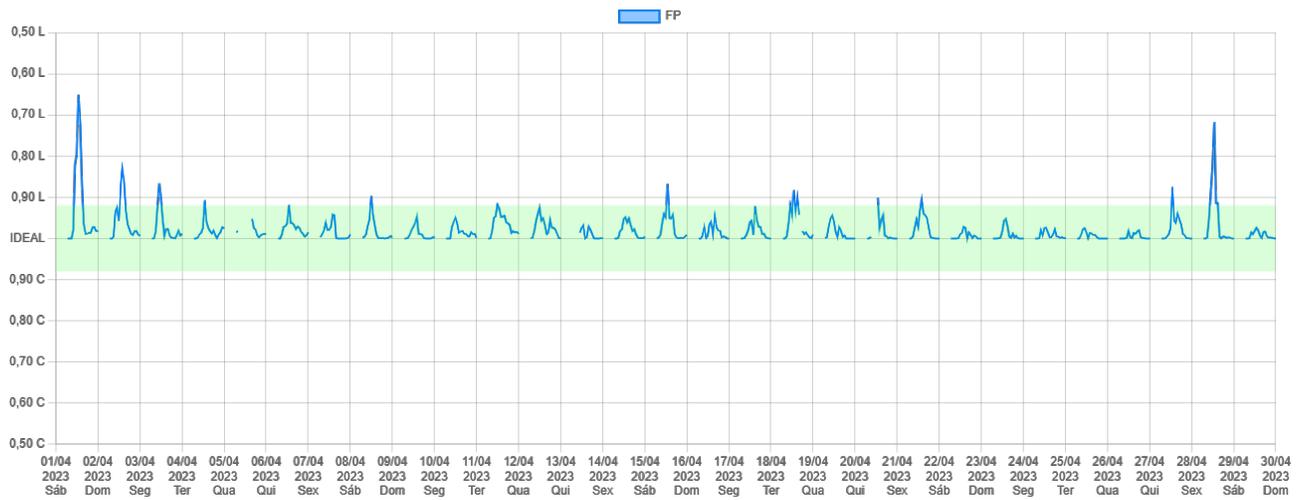


Figura 4. Fator de potência - Abril

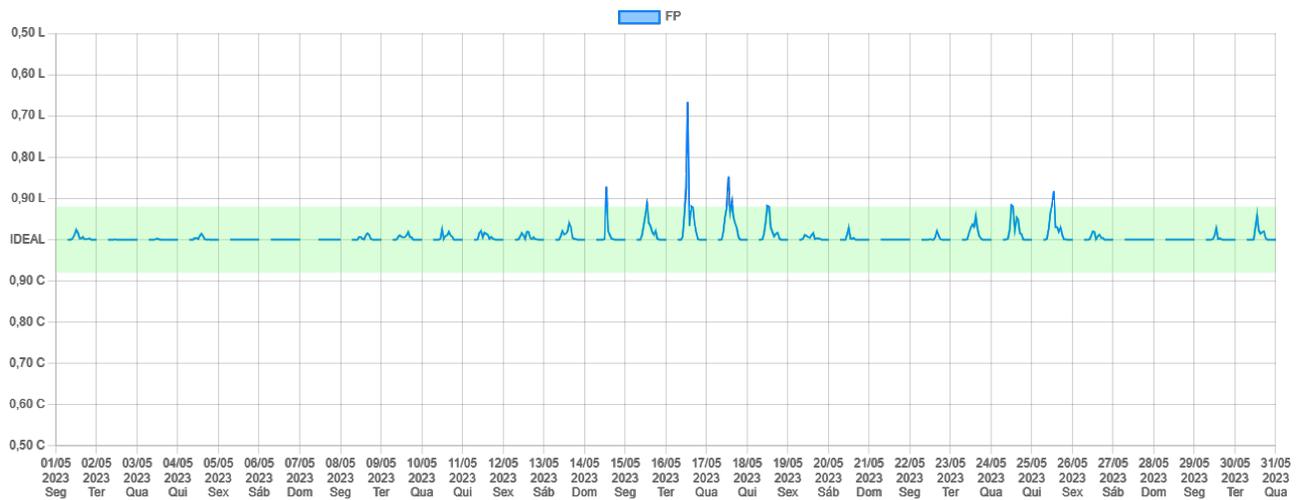


Figura 5. Fator de potência - Maio

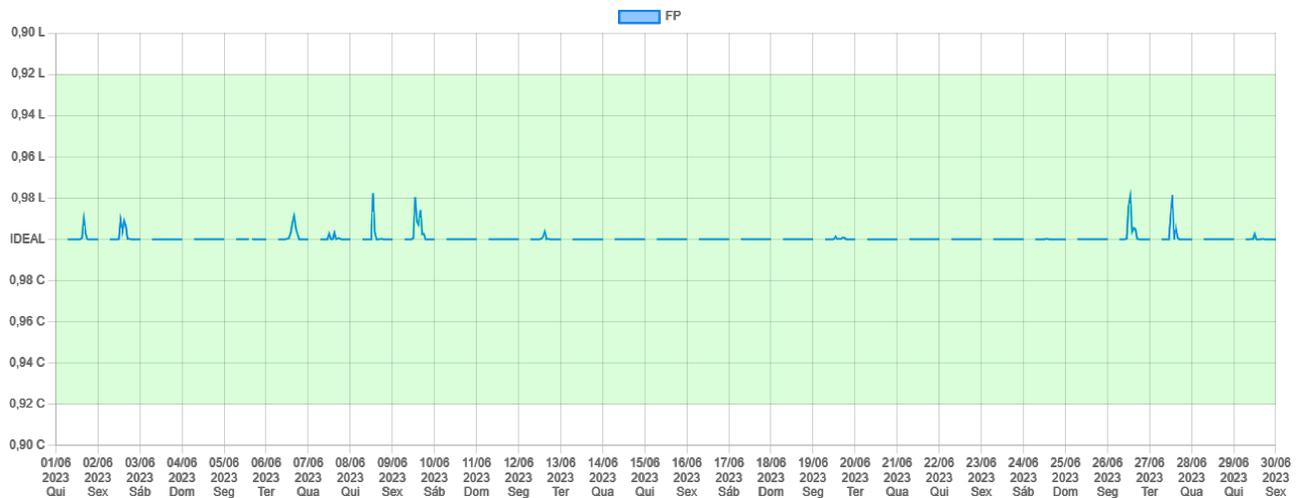


Figura 6. Fator de potência - Junho

## REFERÊNCIAS

- [1] M. Bansal, P. Garg, and A. Prashar, "Recent advancement in electricity transmission and distribution technologies," *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, vol. 12, no. 7, pp. 5846–5856, 2021.
- [2] N. Kagan, C. C. B. De Oliveira, and E. J. Robba, *Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica*. Editora Blucher, 2021.
- [3] Y. Q. N. Wilen, M. S. O. Narvios, "Automatic power factor correction for three-phase induction motors with embedded iot-based monitoring system," *2406(1), 060002-*, 2021.
- [4] H. Li, C. Lv, and Y. Zhang, "Research on new characteristics of power quality in distribution network," in *2019 IEEE International Conference on Power, Intelligent Computing and Systems (ICPICS)*, pp. 6–10, IEEE, 2019.
- [5] M. Pampalle, S. Srikanth, V. C. J. Mohan, and T. R. Babu, "Iot-based automatic power factor correction (apfc) unit for industries to curtail the retribution of power utility companies," in *Smart Systems: Innovations in Computing* (A. K. Somani, A. Mundra, R. Doss, and S. Bhattacharya, eds.), (Singapore), pp. 485–497, Springer Singapore, 2022.
- [6] E. Fiorucci, "The measurement of actual apparent power and actual reactive power from the instantaneous power signals in single-phase and three-phase systems," *Electric Power Systems Research*, vol. 121, pp. 227–242, 2015.
- [7] H. Kirkham, D. R. White, and A. Riepnieks, "Power factor revisited," in *2020 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, pp. 1–5, 2020.
- [8] ANEEL, "Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – prodist," 2021. Disponível em: [https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956\\_2\\_7.pdf](https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_7.pdf).
- [9] R. K. Garg, J. K. Nama, N. Gupta, and V. Gupta, "Novel closed loop control for power factor correction using magnetic energy recovery switch," in *2017 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)*, pp. 1–5, 2017.
- [10] R. B. Magadam, S. N. Dodamani, S. C. J., and S. G. Kulkarni, "Efficiency enhancement of the electrical distribution networks by different techniques," in *2021 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)*, pp. 1–5, 2021.
- [11] R. Dugan and B. Kennedy, "Predicting harmonic problems resulting from customer capacitor additions for demand-side management," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 10, no. 4, pp. 1765–1771, 1995.
- [12] W. Jianliang, H. Peng, and X. Haowei, "Network asset information collection and monitoring system," 2020.
- [13] GOV.BR, "Regulação," 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/distribuicao/regulacao>.
- [14] CELETRO, "Sobre a cooperativa," 2021. Disponível em: <https://celetro.com.br/sobre-a-cooperativa/>.