

Perdas de energia elétrica na rede de distribuição no Brasil

Electricity losses in the distribution network in Brazil

Pérdidas de electricidad en la red de distribución en Brasil

Recebido: 12/11/2022 | Revisado: 02/12/2022 | Aceitado: 03/12/2022 | Publicado: 12/12/2022

Jordana Andrade Correa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3025-5974>
Faculdade Integrada a Carajás, Brasil
E-mail: jordaandrade2@gmail.com

Roam Ferreira de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4637-0790>
Faculdade Integrada a Carajás, Brasil
E-mail: roamferreira.s@gmail.com

Edgar Augusto Nascimento Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7325-1199>
Faculdade Integrada Carajás, Brasil
E-mail: edgard.augusto.n.ribeiro@gmail.com

Resumo

As perdas de energia elétrica em uma rede de distribuição de energia elétrica, tem recebido cada vez mais atenção por parte das concessionárias de energia por todo o mundo. No Brasil, a cada ano as medidas de regulamentação, são cada vez mais rígidas, devido o aumento tarifário. Isso se dá por solicitar uma demanda de energia, ocasionando perdas, no transporte de carga essa parte da energia que se perde nesse caminho causando prejuízo para a concessionária de energia e o consumidor, tem que arcar com os custos totais solicitados, incluindo as perdas de energia, ao longo dessa trajetória. Diante desse cenário, as concessionárias de energia tem procurado formas de combater o desperdício das energias, instalando novas tecnologias de medição, para ter um maior controle da energia elétrica e ao percorrer o trajeto da saída da hidrelétrica a subestação até o seu destino final o consumo. Sofre uma perda significativa de elétrons, fazendo com que o consumidor final pague em sua conta de luz por uma solicitação indevida. Atualmente no Brasil, pouco se sabe sobre as perdas de energia elétrica e como elas funciona. As concessionárias de energia, pra não pagar um valor alto, distribui esse valor para as unidades consumidoras. Uma forma de combater e melhor a demanda de energia, é investindo em equipamentos altamente qualificados, para controlar as demandas de energia, assim, é possível diminuir as percas de energia elétrica e a melhorar a qualidade de vida.

Palavras-chave: ANNEL; Perda técnicas; Perdas não técnicas; Distribuição de energia.

Abstract

The losses of electricity in an electricity distribution network, has received increasing attention from power concessionaires around the world. In Brazil, each year, regulatory measures are increasingly rigid, due to the tariff increase. This is due to the request for an energy demand, causing losses, in the transport of cargo that part of the energy that is lost in this path causing damage to the energy concessionaire and the consumer, has to bear the total costs requested, including energy losses, along this trajectory. Given this scenario, the energy concessionaires have been looking for ways to combat energy waste, installing new measurement technologies, to have greater control of electricity and by traveling the path from the hydroelectric plant to the substation to its final destination consumption. It suffers a significant loss of electrons, causing the final consumer to pay in his electricity bill for an improper request. Currently in Brazil, little is known about the losses of electricity and how they work. The energy concessionaires, not to pay a high amount, distribute this value to the consumer units. One way to combat and better the demand of energy, is by investing in highly qualified equipment, to control the demands of energy, thus it is possible to reduce the loss of electricity and improve the quality of life.

Keywords: ANNEL; Technical loss; Non-technical losses; Power distribution.

Resumen

Las pérdidas de electricidad en una red de distribución de electricidad han recibido cada vez más atención de los concesionarios de energía de todo el mundo. En Brasil, cada año, las medidas regulatorias son cada vez más rígidas, debido al aumento de los aranceles. Esto se debe a la solicitud de una demanda de energía, causando pérdidas, en el transporte de carga que parte de la energía que se pierde en este camino causando daños al concesionario de energía y al consumidor, tiene que soportar los costos totales solicitados, incluidas las pérdidas de energía, a lo largo de esta trayectoria. Ante este escenario, las concesionarias energéticas han estado buscando formas de combatir el desperdicio energético, instalando nuevas tecnologías de medición, para tener un mayor control de la electricidad y recorriendo el

camino desde la central hidroeléctrica hasta la subestación hasta su consumo final de destino. Sufrir una importante pérdida de electrones, provocando que el consumidor final pague en su factura de la luz por una solicitud indebida. Actualmente en Brasil, poco se sabe sobre las pérdidas de electricidad y cómo funcionan. Los concesionarios de energía, al no pagar una cantidad elevada, distribuyen este valor a las unidades consumidoras. Una forma de combatir y mejorar la demanda de energía, es invirtiendo en equipos altamente calificados, para controlar las demandas de energía, así es posible reducir la pérdida de electricidad y mejorar la calidad de vida.

Palabras clave: ANNEL; Pérdida técnica; Pérdidas no técnicas; Distribución de energía.

1. Introdução

As perdas elétricas de energia podem ser representadas pelas perdas técnicas e não técnicas e ambas estão associadas ao transporte de carga pela rede de transmissão e distribuição de corrente elétrica. As perdas de corrente elétrica são decorrentes do sistema de furto de energia, erros na medição de consumo do consumidor e faturamento no sistema de controle de distribuição, entre outras medidas de desvio de energia.

Esses furtos de corrente de energia elétrica ocasionam um aumento no valor em tarifa do consumidor, assim a rede concessionária, no intuito de não arcar com prejuízos financeiros, demanda esses valores para o consumidor. Assim, faz-se necessário um melhor controle da produção, distribuição e aferição de consumo, ampliando a importância de tecnologias de ponta para que se tenha o gerenciamento de carga energética.

Nesse contexto, concessionárias de energias têm procurado formas de controle para combater as perdas comerciais, adquirindo e instalando novas tecnologias de medição de energia, modificando as formas de inserir as redes de distribuição de energia elétrica.

O monitoramento da qualidade do transporte de energia elétrica tem sido regularizado pelo sistema brasileiro e pelo órgão regulador a (ANEEL) Agência Nacional de Energia Elétrica, sendo que ambos trabalham para desenvolver condições de equilíbrio na economia do Brasil, na produção e distribuição, para que se tenha benefício tanto para o produtor quanto para o receptor de cargas energéticas. Estima-se que ao adquirir equipamentos de pontas e regularidades na instalação de redes de distribuição, reduzem-se valores tarifários aplicados pelas concessionárias de energia. Desse modo os consumidores poderão conquistar tarifas com valor justo, acessível, qualidade de serviço e garantia de direitos na sua forma de uso. O equilíbrio financeiro do país tem um impacto muito grande nas tarifas de manutenção e distribuição de energia elétrica, pois uma energia vendida sem perdas no seu transporte, menor os custos de criação, manutenção e distribuição conseguirá que o valor pago pelo consumidor final seja mais acessível, haja vista que com a redução de custos, reduz-se também o valor de tarifa. Segundo dados da ANEEL (2015), as perdas não técnicas são de aproximadamente 23% e as perdas técnicas é uma média de 4%. No Brasil os custos das Perdas não técnicas (considerando tarifa média de venda de R\$ 252,59 – Dez/2009) e equivalente a R\$ 2,2 Bilhões.

A partir disso o objetivo do presente artigo foi apresentar o cenário das perdas técnicas e não técnicas de energia elétrica (ao longo do tempo no Brasil, perpassando pelas causas dessas perdas e quais impactos socioeconômicos são gerados nesse processo).

2. Metodologia

Tipo de estudo

O trabalho será desenvolvido através do método narrativo, dedutivo e utilizará como técnica a pesquisa bibliográfica, utilizando a revisão da literatura através de levantamento bibliográfico com consultas a artigos científicos, periódicos, revistas eletrônicas, em sites institucionais, como Google Acadêmico, Scielo, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e outras formas de pesquisa.

Coleta de Dados

- a) Na primeira etapa foi elaborado um estudo sobre as perdas de energia elétrica no sistema de distribuição brasileiro;
- b) Na segunda etapa foram analisadas as normativas regulamentadora e os impactos ocasionados pela tarifação;
- c) Na terceira etapa foram realizadas as análises dos métodos aplicados pelas concessionárias de energia elétrica para combater as perdas comerciais e verificar quais as vantagens na reforma de controle de perdas energéticas.
- d) Na quarta etapa foram estudadas as formas de combater e controlar as perdas no processo de distribuição de energia.
- e) Na última fase foram organizadas as informações recolhidas no texto final.

3. Referencial Teórico

Perda de energia elétrica

Segundo Queiroz (2010), as perdas de energia elétrica podem ser divididas de acordo com a origem, em perdas técnicas e perdas não técnicas. As primeiras ocorrem no transporte físico da energia a segunda são as perdas comerciais que ocorrem no processo de comercialização, estas são: fraudes, furtos de energia elétrica e a medição da corrente elétrica, sendo que em algumas situações não é possível uma conclusão exata dessas perdas.

As perdas causadas na distribuição são definidas como a alteração entre a energia injetada e a energia fornecida pela concessionária, sendo composta pelas perdas técnicas e não técnicas, conforme descrito no “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico – PRODIST” (ANEEL, 2008).

Perdas técnicas

As perdas técnicas (PT) são as perdas de energia elétrica inerente do sistema elétrico de potência. Essas perdas ocorrem no processo de geração, transmissão e distribuição de energia e existem devido ao efeito Joule em condutores das linhas de alta tensão e redes de média e baixa tensão, transformadores de alta e média tensão, ramais de ligação, medidores e equipamentos e conexões (ANEEL, 2022).

Existem perdas associadas a outros efeitos, tais como efeito corona em conexões e fugas de corrente em cadeias de isoladores e para-raios. A mesma é causada pelas características física dos próprios componentes dos sistemas elétricos, e boa parte dela ocorre durante o percurso da energia até as nossas casas devido estar interligado aos efeitos físicos dos componentes localizados no sistema (Pereira, 2014).

As perdas técnicas podem ser explicadas de duas formas que são as perdas de demanda e as perdas de energia.

A perda de demanda é medida para cada período de uma determinada curva de carga, e são calculadas em kW e MW. No entanto, as perdas de energia são medidas para um período de tempo determinado, regulatório em base anuais, e são calculadas em kW/h e MW/h. (Queiroz, 2010).

As perdas técnicas acontecem de maneira automática nos sistemas elétricos, por causa das ações internas nos materiais contidos no sistema, inerentes aos processos de transporte de energia. A mesma consiste principalmente na dissipação de energia nos diversos componentes dos sistemas elétricos, como condutores, transformadores, medidores e equipamentos (Suriyamongkol, 2002).

Afirma Penin (2008), que perante as pesquisas feitas atualmente no Brasil os cálculos de perdas técnicas são exibidos em cada segmento de uma maneira diferente, na qual comporta uma modelagem precisa e adequação nos seus resultados de forma eficaz. No Quadro 1 são mostrados os segmentos de distribuição.

Quadro 1 - Segmentos de distribuição da energia elétrica.

Alta tensão (AT): tensão igual ou superior a 69kV.
Média tensão (MT): tensão superior a 1000V e inferior a 69kV (ou 69000V).
Baixa tensão (BT): tensão igual ou inferior a 1000V (Volts)

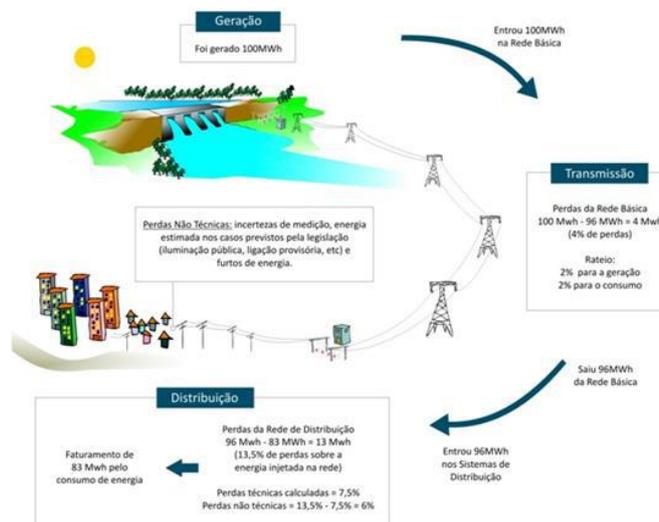
Fonte: Energiza.

Perdas não técnicas

Conforme ANEEL (2015), as perdas não técnicas (PNT) têm como característica as perdas causadas na distribuição da energia na qual não passa pelo sistema de faturamento da distribuidora, de forma que essas perdas são referente as ações humanas ou estão sendo causadas pela natureza no processo de medição, entretanto, os motivos mais identificados são as fraudes, furtos e ligações não acionadas pelo serviço de manutenção da concessionária, em que são consideradas como desvio de energia diretamente das redes secundárias distribuídas para o consumidor injusto, causando a perda da mesma, pois não será contabilizada no procedimento de faturamento da concessionária. Os motivos mais comuns de perdas de energia não técnicas (PNT) são:

- Furtos de energia (Gato)
- Ligações clandestinas (Gambiarras)
- Desvio de energia
- Fraude
- Erro na leitura dos medidores (Iluminação Pública, faturamento, cadastro e leitura).

Figura 1 - Perdas de energia elétrica.



Fonte: ANEEL (2022).

Furto de energia

O furto de energia é caracterizado pelo desvio direto da rede pelo consumidor, clandestino, sendo assim uma energia não contabilizada. No Brasil o furto de energia ocorre geralmente em locais de risco, tornando a fiscalização inviável, podendo ocorrer problemas a segurança dos técnicos, tornando de difícil vistoria, assim as concessionárias destacam o furto como grande impacto nos lucros e a causa de falta de energia em alguns setores. (Ferreira Neto, 2011)

Fraude

A fraude de energia ocorre quando um consumidor, faz alterações na sua rede elétrica causando uma interferência no medidor de corrente, essas alterações podem ocasionar danos como a contabilização de consumo não utilizado. Ou ao utilizar imãs no medidor isso pode impedir que o relógio faça uma rotação adequada, causando tanto danos analógicos digitais no equipamento, quanto ao registro um consumo maior ou menor que o utilizado (Ferreira Neto, 2011).

Erro na leitura dos medidores

O erro na leitura dos medidores pode ocorrer de diversas formas, mais principalmente na realização de uma leitura incorreta dos medidores, erros cometidos que podem gerar cobrança indevida. Outro fator importante é o favoritismo de fornecimento de energia para um endividado por parte de um funcionário, reduzindo o valor de sua conta de energia, ou até mesmo o funcionário modificar o valor real de sua unidade consumidora. (Ferreira Neto, 2011).

Revisão da literatura

Em montantes de energia, o repasse tarifário dos níveis competentes das perdas está previstos nos contratos de concessão e contempladas no custo com a compra de energia até o limite regulatório estipulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2022).

Deste modo, a perda real de energia elétrica das distribuidoras não tem total repasse para a tarifa. As perdas técnicas e não técnicas regulatórias de cada região e concessionária, medidas em porcentagem da região norte e centro-oeste está estabelecida no processo de tarifa periódica como mostrado na Figura 1. (ANEEL, 2019).

Afirma Araújo (2007) que há vários tipos de acontecimentos no sentido de motivar as empresas à instalação novas tecnologias, às melhores práticas de engenharia, à realização de expedições de medição entre outras ações, tendo como objetivo principal a redução das perdas técnicas que ocorrerem no sistema de distribuição.

A expressão utilizada na medida da energia elétrica é megawatt-hora por ano (MWh/ano), a mesma é dissipada entre seu suprimento até a distribuição, relacionada também em termos físicos perante o processo de transporte e há uma elevação de tensão, que ocasiona o rebaixamento da corrente para menor perdas nos linhões de transmissão, assim como também a perda da medição elétrica na central de comando da concessionária (UNESP, 2012).

Todavia, essa se resume na soma de várias parcelas as quais são de inclusão das perdas por efeito Joule, pelo efeito de corona dos cabos, condutores, capacitores, fugas de corrente nos isoladores, perdas nos transformadores (ferro ou no vácuo), perdas nas conexões de rede, ramais, condutores, para-raios.

Existem outras situações que são consideradas como perdas diversas, onde a mesma está estimada como um percentual das perdas técnicas totais calculadas e são elas o efeito corona nas linhas de transmissão, perdas nas conexões, as fugas nos isolamentos dos equipamentos, distribuição, perdas nos bancos de capacitores e reguladores de tensão etc.; então por ter dificuldade em gerar os cálculos necessários, geralmente eles recebem um valor estimado entre 5 e 10% do total de perdas técnicas nos outros segmentos. (Suriyamongkol, 2002).

De acordo com a ANEEL (2019), para a distribuidora, cuja perda não técnica regulatória será estabelecida em processo de revisão, esse modelo identifica a existência de uma empresa de referência (benchmark), que normalmente se situa em área de maior complexidade socioeconômica, mas que pratica perdas menores do que a distribuidora em análise.

O incentivo em reduzir as perdas não técnicas é intrínseco, ou seja, as distribuidoras devem atuar sempre no sentido de reduzi-las, independentemente do nível regulatório estabelecido, seja para reduzir prejuízos, quando as perdas reais estiverem acima da regulatória, ou auferir ganhos, quando acontecer o oposto.

A regulação por incentivos adotada pela ANEEL sinalizou que eventuais negligências ou ineficiências das distribuidoras no combate às perdas não seriam mais repassadas às tarifas, limitando-se apenas aos níveis regulatórios considerados eficientes.

A expectativa era de que a introdução dos mecanismos teóricos da regulação por incentivos, com sinalização econômica, contribuiria para a redução das perdas não técnicas no país.

Diante das perdas não técnicas são definidas em fraudes, furtos, defeito na medição, ligações clandestinas, falha de equipamentos (ANEEL, 2015).

Nos tópicos subsequentes será abordado cada uma das causas referidas, evidenciando de que forma elas impactam na característica do fornecimento de energia elétrica.

A fraude de energia tem como critério principal a prevenção e o combate onde representam um fator enorme para a diminuição das perdas comerciais das concessionárias de energia elétrica (ANEEL, 2008).

Considera-se como fraude de energia:

- A adulteração das estruturas internas do medidor;
- A alteração dos registros de consumo;
- A interferência na chave de aferição;
- A intervenção na fiação dos circuitos dos sistemas de medição indireta;
- A interferência ou avaria provocada nos transformadores para instrumentos;
- Quaisquer outros atos provocados intencionalmente com o objetivo de diminuir o registro da energia efetivamente consumida na unidade consumidora.

Furtos de energia elétrica são características de um desvio direto da rede secundária de distribuição para o consumidor ilegal, todavia, através desse tipo de atitude ocasiona a perda, pois, a energia usada não é registrada no medidor, portanto, não é contabilizada para a concessionária (Barbosa, 2015).

Conforme Penin (2008), as perdas que estão sendo controladas na empresa as mesmas são definidas da seguinte forma: os processos de cadastro, faturamento e leitura são vitais para um perfeito domínio e fiscalização do uso regular de energia e a sua verdadeira mensuração na venda. Portanto, as falhas ocasionadas quando o cadastramento e implantação do consumidor geram perdas que são consideradas difíceis na identificação da medição.

O consumo fornecido para iluminação pública é medido com base no registro de pontos de iluminação, sendo como unidade dos cálculos, as potências de lâmpadas e equipamentos auxiliares.

Contudo, é calculado conforme o artigo 24 da Resolução 414/2010 da ANEEL, o qual registra as conclusões de faturamento de energia elétrica, e o tempo a ser adquirido por dia está a onze horas e cinquenta e dois minutos em funcionamento, notando os casos de logradouros que necessitem de iluminação constante, em que o período é de vinte e quatro horas por dia do período fornecido. (ANEEL, 2010).

As ligações clandestinas estão com crescimento desordenado nas cidades, sobretudo nas áreas onde a ocupação vem ocorrendo de forma irregular, e a falta de soluções das concessionárias para investimentos no local, aliados à passividade dos governos municipais e estaduais, permitiram o crescimento de ligações clandestinas de consumidores (Dantas, 2006).

Além do Governo Estadual ter realizado algumas obras de eletrificação nesses locais afastados e com difícil acesso, dessa forma ocorre com rapidez a necessidade da ligação e cadastramento dos consumidores no sistema comercial.

Todavia, em que não houve construção, pela precisão do serviço, os próprios usuários improvisam redes estendendo fios sem nenhum conhecimento real da rede, com total ausência de requisitos técnicos e de segurança. Nas localidades das áreas com tais problemas, concretizou a ideia de que o uso da energia poderia ser de forma gratuita e os clientes que já

recebiam normalmente a energia, passaram a religar de forma autônoma, depois de terem a distribuição suspensa pela concessionária, comumente por falta de pagamento (Silveira, 2004).

O caso mais comum é a perda nos condutores, mais conhecida como Perda Joule, gerada pela resistência elétrica do condutor e proporcional ao quadrado da corrente passante. No entanto, todos os equipamentos do sistema apresentam perdas técnicas, que podem ser medidas e estimadas através de modelos matemáticos. Estes podem ser como os que existem nos cálculos de fluxo de potência, sendo necessário conhecer a carga e as características do sistema elétrico (Huback, 2018).

Com o grande aumento das perdas técnicas como agente à deterioração dos equipamentos na rede com decorrer do tempo causando perdas que não são estimadas pelas metodologias de cálculo das perdas técnicas conhecidas. No entanto, essas perdas serão automaticamente ajustadas na parcela de Perdas Não Técnicas. Essas perdas podem ser calculadas de forma direta, por ser praticamente impossível modificar o grau de deterioração a que estão presentes no equipamento. (Penin, 2008).

Em muitos países da América Latina, assim como fora das regiões metropolitanas do Brasil, é comum a ausência de dispositivos de medição nas residências dos consumidores. Essa falta pode ser por falha da concessionária, ou então por casos previstos na legislação, como bancas de jornal, quiosques, iluminação pública, etc. Nesses casos, o consumo é estimado a partir da carga instalada e fatores de carga e demanda, o que pode incorrer em perdas de diferentes tamanhos (Méffe, 2006).

A violência das áreas de favelas ou ocupadas de forma ilegal pode contribuir para elevar o nível das perdas não técnicas, uma vez que as organizações criminosas proíbem a entrada das concessionárias para multar ou cortar a energia dos consumidores que estão realizando fraudes (Fernandes, 2017).

4. Considerações Finais

Neste trabalho foi utilizado uma metodologia narrativa e estimativa, para detecção de perdas técnicas e perdas não técnicas de energia na rede de distribuição, que ocorre devido a falha na medição ou fraude no fornecimento de corrente.

Entretanto Propõe-se que futuramente a necessidade de uma investigação aos impactos econômicos e sociais que a geração distribuída causará na totalização de perdas técnicas e não técnicas reais, além disso é interessante estudar o monitoramento dos equipamentos utilizados em rede de distribuição como transformadores para se ter um valor exato de perdas.

A reorganização no setor elétrico brasileiro fez com que aumentasse a demanda de consumidores, e assim consequentemente mais perdas no transporte de carga, para que se tenha um melhor funcionamento é necessários adotar métodos tais como sistemas smart grid, investimentos nas redes de forma inteligente de controle automatizada, utilizando a tecnologia da informação para se ter maior controle nas linhas de transmissão, distribuição e comercialização, essas ações são essenciais para a diminuição de desperdícios e aumento da eficiência energética .

Referências

- ANEEL. (2008) *Os Procedimentos De Distribuição De Energia Elétrica No Sistema Elétrico Nacional*, PRODIST – Módulo 7 – Cálculos de Perdas na Distribuição. <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-contudos/procedimentos-regulatorios/prodist#:~:text=Os%20Procedimentos%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o%20de,de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20el%C3%A9trica>
- ANEEL. (2010) *Resolução Normativa N° 414/2010*, de 9 de setembro de 2010 <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=112868>.
- ANEEL. (2015) *Revisão Tarifária Periódica Das Concessionárias De Distribuição – Módulo 2 – Submódulo 2.6* Procedimentos de Regulação Tarifária - Proret — Português (Brasil) (www.gov.br)
- ANEEL. (2019) *Perdas de Energia Elétrica na Distribuição*. RELATÓRIO https://www.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relat%C3%B3rio+Perdas+de+Energia_+Edi%C3%A7%C3%A3o+1-2019.pdf/b43e024e-5017-1921-0e66-024fa1bed575.
- Araujo, A. C. M. (2007). *Perdas E Inadimplência Na Atividade De Distribuição De Energia Elétrica*. Tese Doutorado. https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Tese_Antonio_Carlos.pdf/29bf3ab5-214c-4bf4-874e-6db6971de5b8

- Barbosa, M. S. (2015). O Cenário Das Perdas Não Técnicas Na Rede Secundária De Distribuição Da Energia Tocantins. Trabalho de conclusão de curso.
- Dantas, P. R. P. (2006). Avaliação de Perdas de Energia Elétrica Não Técnicas Metodologia Aplicada no Município de Salvador/BA. Dissertação de Mestrado – UNIFACS. Departamento de Engenharia e Arquitetura Mestrado em Regulação da Indústria de Energia. Salvador: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100290/oliveira_me_dr_ilha.pdf;j_sessionid=28056DB71E0D7457F2626AC7A100F600?sequence=1.
- Fernandes, L. (2017) *O impacto do controle de território sobre o furto de energia elétrica*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. <https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPGE/disserta%C3%A7%C3%B5es/2017/Lucas%20Merenfeld%20da%20Silva%20Fernandes.pdf>.
- Ferreira N. L. H. T. *Estimador de Estado Inteligente para Análise de Perdas em Sistemas de Distribuição de Energia*.f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011
- Huback, V. B. da S. (2018) *Medidas Ao Combate A Perdas Elétricas Não Técnicas Em Áreas Com Severas Restrições À Operação De Sistemas De Distribuição De Energia Elétrica*. tese de mestrado. http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/12_huback1.pdf.
- Méffer. (2006) *A. Cálculo de Perdas Técnicas em Sistemas de Distribuição - Modelos Adequáveis às Características do Sistema e à Disponibilidade de Informações*. f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-18042007-164805/publico/TeseAndreMeffeRev.pdf>.
- Penin. C. A. de S. (2008) *Combate, Prevenção, Otimização Das Perdas Comerciais De Energia Elétrica*. TESE DE DOUTORADO. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-14082008-092248/pt-br.php>.
- Pereira, E. C. (2014) *Reconfiguração De Redes De Distribuição De Energia Elétrica Para Minimização De Perdas Técnicas: área de concentração: sistemas de computação e telecomunicações*. Área de Concentração: Sistemas de Computação e Telecomunicações. Programa de pós-graduação em engenharia elétrica – PPGE. <https://www.ppgee.ufmg.br/defesas/1002M.PDF>.
- Queiroz, L. M. O. (2010) *Estimação E Análise Das Perdas Técnicas Na Distribuição De Energia Elétrica*. Universidade Estadual De Campinas Faculdade De Engenharia Elétrica E De Computação. http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/260679/1/Queiroz_LeonardoMendoncaOliveirade_D.pdf.
- Silveira, M. G. C. A C. B. P. F. M. (2004) *Nota técnica 002 - Projeto P&D*<http://www.aneel.gov.br/consultas-publicas-antigas>.
- Suriyamongkol D.(2002) *Non- Technical Losses in Electric Power Systems*. Ohio, <https://latam.ieceer9.org/index.php/transactions/article/download/3359/750>.
- UNESP. (2012) *Apostila de Sistema de distribuição*. Departamento de engenharia. São Paulo. https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/apostila_sdee_01