

## SMART GRIDS COMO ALTERNATIVA PARA COMBATE ÀS PERDAS NÃO TÉCNICAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

### SMART GRIDS AS AN ALTERNATIVE TO COMBAT NON-TECHNICAL LOSSES IN ELECTRIC ENERGY DISTRIBUTION

### SMART GRIDS COMO ALTERNATIVA PARA COMBATIR LAS PÉRDIDAS NO TÉCNICAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Felipe Henrique Ferreira Lins<sup>1</sup>  
Sidney Aciole Rodrigues<sup>2</sup>

**RESUMO:** O setor elétrico global está passando por significativas mudanças devido a inserção de novas tecnologias nas áreas de comunicação, sensoriamento, segurança cibernética e monitoração. Diante disso, o objetivo do presente estudo é apresentar como as agências reguladoras governamentais e empresas concessionárias buscaram adequação a modernização através das Redes Elétricas Inteligentes (Smart Grids) e de que forma o acesso aos dados sobre a rede elétrica por meio dos medidores inteligentes (Smart Meters) possibilitam a detecção mais rápida de falhas e problemas com as perdas comerciais. Além disso, a proposta é elucidar quais benefícios da implantação dessas redes inteligentes para as concessionárias, consumidores e a sociedade em geral. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, com a análise da produção científica sobre o assunto.

**Palavras-chave:** Perdas comerciais. Redes Inteligentes. Medidores Inteligentes.

**ABSTRACT:** The global electricity sector is undergoing significant changes due to the insertion of new technologies in the areas of communication, sensing, cybersecurity and monitoring. In view of this, the objective of this study is to present how government regulatory agencies and concessionaire companies have sought to adapt to modernization through Smart Grids and how access to data on the electrical network through Smart Meters allows faster detection of faults and problems with trading losses. In addition, the proposal is to elucidate the benefits of implementing these smart grids for utilities, consumers and society in general. The methodology used was the bibliographical research, with the analysis of the scientific production on the subject.

788

**Keywords:** Commercial losses. Smart grid. Smart meter.

**RESUMEN:** El sector eléctrico mundial está experimentando cambios significativos debido a la inserción de nuevas tecnologías en las áreas de comunicación, detección, ciberseguridad y monitorización. En vista de ello, el objetivo de este estudio es presentar cómo los organismos reguladores gubernamentales y las empresas de distribución buscaron la modernización de la adecuación a través de las Smart Grids y cómo el acceso a los datos de la red eléctrica por medio de contadores inteligentes (Smart Meters) permiten una detección más rápida de fallos y problemas con pérdidas comerciales. Además, se propone dilucidar los beneficios de la implementación de estas redes inteligentes para las empresas eléctricas, los consumidores y la sociedad en general. La metodología utilizada fue la investigación bibliográfica, con el análisis de la producción científica sobre el tema.

**Palabras clave:** Pérdidas comerciales. Redes inteligentes. Contadores Inteligentes.

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário UNIFAVIP | Wyden.

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Elétrica pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica (PPgEE) e Bacharel em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Integrada de Patos - FIP. Possui curso Técnico em Eletroeletrônica pelo SENAI - PB. Atualmente é professor, no curso de Engenharia Elétrica da faculdade Devry UNIFAVIP.

## INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento da tecnologia ao longo das últimas décadas e a sua utilização em diversos setores, trouxe melhorias na qualidade de vida das pessoas, acesso rápido à informação, quebra de barreiras nas comunicações interpessoais no âmbito social e organizacional. Logo, seria fácil prever a inserção desses avanços no setor elétrico, os quais se apresentaram por meio das *Smart Grids*, cuja expressão foi utilizada pela primeira vez por Amin e Wollenberg (2005), e que foi traduzida como Redes Elétricas Inteligentes.

Segundo Falcão (2010), o entendimento das smart grids vai além de defini-las como uma tecnologia ou equipamento específico, mas sim como um conceito. Tal conceito é alicerçado numa tríade: computação, automação e comunicação, tornando possível a monitoração e controle da rede elétrica, pois permitem a implantação de estratégias de controle e otimização da rede que torna o sistema mais eficiente com relação ao comumente utilizado.

As perdas de energia elétrica têm sido acompanhadas com bastante atenção por concessionárias bem como órgãos reguladores, devido ao seu crescimento com o passar dos anos e os impactos que causam. As fraudes e furtos que compõem as “perdas comerciais” ou “perdas não técnicas” são irregularidades realizadas por consumidores residenciais, comerciais e até por empresas de grande porte, as quais acarretam prejuízos milionários às distribuidoras (PENIN, 2008). Tais irregularidades implicam também aumento na tarifa para os consumidores, devido ao repasse regulatório previsto pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Devido ao fato de que os medidores eletromecânicos convencionais operam de forma isolada, Fortes et al. (2017) afirmam que, o processo realizado por leituristas para obter as informações sobre o consumo acumulado de energia elétrica ativa é um procedimento rudimentar, oneroso e passível de falhas. Diante dessa vulnerabilidade no faturamento, bem como da escassez de dados sobre possibilidade de fraudes no medidor, religamento ou corte restrito à mobilização para a unidade consumidora, entre outros, várias concessionárias iniciaram a substituição dos medidores eletromecânicos por *Smart Meters* ou medidores eletrônicos inteligentes, que possuem a capacidade de captar, processar, responder e comunicar diversas informações sobre a rede e o local de consumo de forma bidirecional.

Nesse artigo serão abordados os benefícios da implementação das *Smart Grids* e dos *Smart Meters* como elementos importantes para as concessionárias no combate às perdas

comerciais, além de analisar os resultados significativos obtidos com esse processo de inserção de novas tecnologias na distribuição de energia elétrica. Adotou-se como metodologia a pesquisa na literatura existente, baseada em artigos nacionais e internacionais, dissertações e teses.

## REDES INTELIGENTES – SMART GRIDS

A rede de distribuição atual é composta por fios condutores, transformadores e diversos equipamentos de medição, proteção e controle da rede elétrica. Porém, por ser unidirecional, qualquer falha só é detectada pelas concessionárias por meio de reclamações feitas pelos consumidores que acarreta, por exemplo, atraso no restabelecimento de energia elétrica. Em contrapartida, uma rede avançada de distribuição de energia distribuída e automática é criada a partir de um novo tipo de rede elétrica em desenvolvimento (rede inteligente), a qual permite fluxo de energia não convencional e fluxo de informação bidirecional (ZHENG et al. 2013).

Diante da existência dessas falhas causadas por fatores externos que acontecem na rede, o interesse das concessionárias e empresas de pesquisa fez com que explorassem novos métodos para erradicá-las ou diminuir os impactos causados, por exemplo, pelo atraso do restabelecimento de energia. Embora haja diversos métodos eficientes de proteção e monitoração das redes, o fato de ser unidirecional dificulta a detecção de outros problemas na rede, como é o caso de furtos e fraudes tão comuns em todas as regiões do Brasil, além da impossibilidade de prever erros dos leituristas quanto a correta cobrança ao consumidor. Assim, somente com novos estudos que avanços no setor poderão ser implementados com a devida segurança dos dados, já que nessas ocasiões todo o processo será realizado por meio de um sistema com pouca interferência humana. Portanto, Segundo Bandeira (2012, p. 7) várias tecnologias tradicionais do setor elétrico aliadas com tecnologias de informação, sensoriamento, monitoramento e de segurança cibernética, ao operarem em conjunto, convergem na implantação das *Smart Grids*.

Segundo Falcão (2010), a evolução do processo de implantação da Smart Grid deve seguir os seguintes passos:

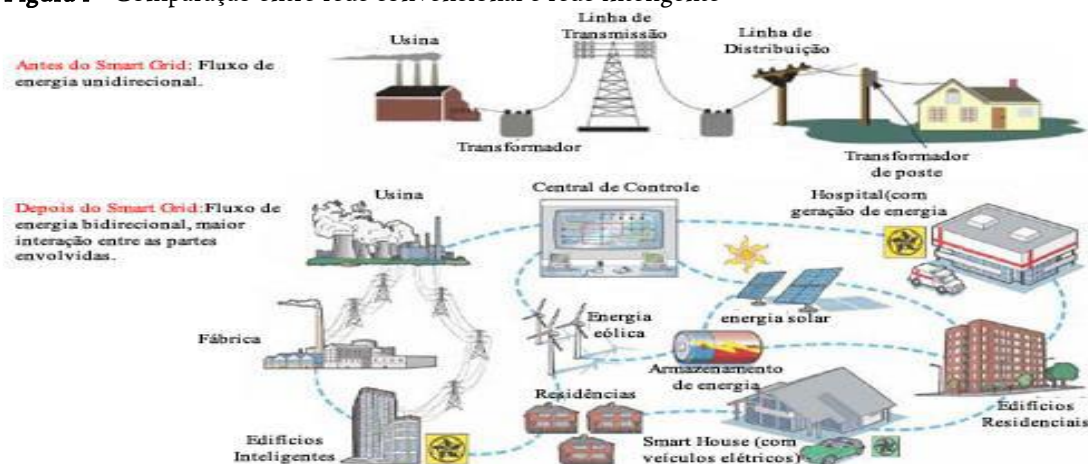
- Instalação da infraestrutura de dispositivos inteligentes;
- Instalação da infraestrutura de comunicações;
- Integração e interoperabilidade;
- Disponibilização de ferramentas analíticas;
- Otimização operativa.

Assim, uma rede inteligente permite ao consumidor que possui geração de energia mediante placas fotovoltaicas instaladas na sua residência, local comercial ou industrial, em caso de geração superior ao consumo, distribuir o excedente pela rede da distribuidora sem custos extras. Para que isso ocorra, será necessária a utilização de um medidor que atenda a esse requisito de bidirecionalidade, já que tanto a concessionária quanto a unidade microgeradora<sup>3</sup> ou minigeradora<sup>4</sup> monitoram o consumo e a geração para efeitos comerciais. O Smart Meter, o medidor inteligente, é o equipamento responsável para atender essa necessidade, pois os medidores eletromecânicos não possuem essa característica.

Para explicar melhor, Zheng, Gao e Lin (2013) expuseram que do ponto de vista do consumidor há diversos benefícios no uso dos medidores inteligentes e citam a possibilidade de estimativa das contas baseada nas informações coletadas, permitindo o gerenciamento do consumo e reduzindo as contas de energia elétrica; já do ponto de vista das concessionárias, as empresas conseguem de reconectar ou encerrar o fornecimento de eletricidade de forma remota, incentivar os consumidores a utilizar energia fora do horário de pico, limitar o consumo máximo destes, além de realizar precificação em tempo real.

Logo, essa interação entre diversas tecnologias permite às concessionárias minimizar custos de operação e manutenção de todo o sistema, devido ao autodiagnóstico e à autorreparação diante de problemas identificados. Como se sabe, essa eficiência do sistema reflete diretamente no valor da conta do consumidor final, além de trazer mais confiabilidade da rede elétrica. Para exemplificar tal diferença estrutural das redes, vejamos a Figura 1 a seguir.

**Figura 1** - Comparação entre rede convencional e rede inteligente



**Fonte:** Pereira; Oliveira & Shinoda (2013)

<sup>3</sup> Microgeração de energia solar corresponde à um sistema fotovoltaico com potência de até 75 kW.

<sup>4</sup> Minigeração varia de 76 kW a 5 MW de potência gerada por sistema fotovoltaico.

Na Figura 1, pode-se observar a principal diferença dos fluxos de energia e a comunicação entre ambas. A rede convencional não foi inicialmente pensada e construída para a geração distribuída ou para uso em ambientes inteligentes, como no caso da Smart Grid ilustrada. Nela, há diversos outros integrantes que usam tecnologia atual e há um aproveitamento para instalação de placas fotovoltaicas nas áreas dos telhados do Hospital e de edifícios, de casas inteligentes com veículos elétricos, além da utilização de geradoras de energias eólica e solar com ou sem armazenamento de carga. Esse “universo” da distribuição de energia elétrica por rede inteligente necessita de uma central de controle automatizada e com comunicação eficiente e segura, auxiliada por *Smart meters* que dão esse suporte informativo para consumidores e concessionárias. Bian et. al (2014) citam que os medidores inteligentes são um dos componentes da Infraestrutura Avançada de Medição (AMI – *Advanced Metering Infrastructure*), a qual também é composta pelas redes de comunicação e sistema de gerenciamento de dados. Essa infraestrutura é, na grande maioria das vezes, representada pelas *Smart Grids*.

## MEDIDORES INTELIGENTES – SMART METERS

Segundo Zheng et. al (2010), um *Smart Meter* ou medidor inteligente é um avançado medidor de energia que fornece as informações em tempo real às concessionárias ou operador do sistema, como tensão e frequência, além de terem registrados em si a medição do consumo de energia dos consumidores finais. Esse processo se estabelece com comunicação bidirecional entre o sistema central e o medidor, que permite a desconexão e reconexão de certas cargas remotamente, além de possibilidade de gerenciamento de demandas e cargas por meio de monitoração e controle dos dispositivos e aparelhos dos usuários. Os autores citados destacam ainda que os medidores inteligentes podem coletar informações e dados de diagnóstico, pois identificam parâmetros e transferem os dados para a concessionária, e a partir desses dados é possível otimizar consumo acordado de energia e a conta do cliente. Logo, apresenta benefícios para o consumidor e para a concessionária.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2021), algumas funcionalidades dos medidores eletrônicos são:

- a possibilidade de variação do preço da energia ao longo do dia, pois vários postos tarifários podem ser programados;
- possuir sensores que detectam a abertura da tampa principal (que registram a fraude quando o medidor está desligado);
- registro e disponibilidade no *display* do tempo em que algumas de suas fases estiveram com energia reversa;

- registro unidirecional por fase e a existência de fonte com retificação de onda completa (garantia de que o medidor permanecerá conectado registrando energia em campo mesmo com ausência no neutro);
- imunidade à falta de registro de energia devido à queima ou desligamento das bobinas de potencial por intervenção externa.

Portanto, as distribuidoras podem ter dados suficientes de forma mais rápida mesmo que não haja aprendizado de máquina atribuído ao medidor inteligente, cabendo a inteligência computacional determinar os indícios de irregularidades e identificar quais dos consumidores se aproveitam indevidamente do uso da energia elétrica, seja por meio de furtos ou fraudes, componentes principais das perdas comerciais de energia (RAMOS, 2014).

Estudos desenvolvidos pela Neoenergia<sup>5</sup> e parceiros para um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) regulado pela ANEEL, foram a base para a publicação feita pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de uma nova norma: a NBR 16968 de 04/2022 com título de “Perfil DLMS/COSEM para medidores inteligentes de energia elétrica – Requisitos”. Essa norma contribui para a padronização da comunicação entre equipamentos de diferentes fabricantes, que implica na otimização da infraestrutura de medição e viabiliza a ampliação das redes inteligentes (NEOENERGIA, 2023a). Resumidamente, este perfil DLMS/COSEM foi desenvolvido no final da década de 1990, se tratando de um conjunto de padrões internacionais abertos para comunicação com medidores de qualquer tipo de energia ou dispositivos inteligentes; visa fornecer um meio para troca de dados padronizada e interoperável em uma variedade ampla de perfis de comunicação (RODRIGUEZ, ET AL. 2017).

## PERDAS ELÉTRICAS

O sistema elétrico é composto pelas atividades de geração, transmissão e distribuição. A energia gerada não é totalmente comercializada devido às perdas elétricas que acontecem durante a transmissão e distribuição da eletricidade. Essas perdas são compostas por dois tipos: as perdas técnicas (PT) e as perdas não técnicas (PNT) ou perdas comerciais. As PT são inerentes ao sistema, pois estão relacionados a processos físicos da transformação da energia elétrica em energia térmica (efeito *joule*), às perdas dielétricas e perdas nos núcleos dos transformadores.

---

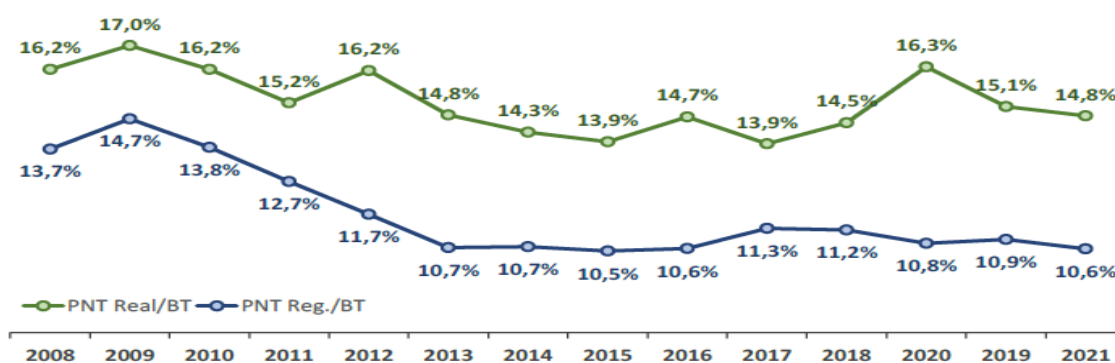
<sup>5</sup> Empresa do Grupo Neoenergia, distribui energia elétrica para a cidade de Pedras de Fogo/PB e para os 184 municípios do estado de Pernambuco. Também é responsável pela geração de distribuição de energia do Arquipélago de Fernando de Noronha. Possui 98,5 mil km<sup>2</sup> de área de concessão, com 3,8 milhões de clientes, cerca de 9,4 milhões de habitantes atendidos.

A diferença calculada entre as perdas elétricas totais e as perdas técnicas corresponde às PNT, que se apresentam por meio de um conjunto de irregularidades realizadas pelos consumidores e que acarretam grandes prejuízos na comercialização de energia, por meio da inadimplência, dos furtos (desvio direto da rede, ligação clandestina), das fraudes (adulterações no medidor ou desvios), erros de medição, leitura e faturamento. Ou seja, as PNT também podem ser entendidas como a diferença entre a energia consumida e a energia faturada. A determinação dos níveis de perdas não técnicas depende das características socioeconômicas e aspectos comportamentais em cada área de concessão, além da gestão da própria concessionária (ANEEL, 2022).

Algumas das áreas de concessão no Brasil além de apresentarem altos níveis de perdas não técnicas, são tendenciosas ao aumento destas, principalmente nos locais conhecidos como “áreas de risco” – localidades onde nota-se pouco interesse da ação do poder público –, devido às ameaças à integridade física sofridas pelos funcionários e seus equipamentos (Instituto Acende Brasil, 2017). Dessa forma, a realização de inspeções periódicas para minimizar tais furtos e fraudes se torna muito difícil e custoso, embora já seja quase impossível saber exatamente onde elas ocorrem (RAMOS, 2016).

As perdas comerciais podem ser diferenciadas em regulatórias e reais. As perdas regulatórias são estabelecidas nos processos de revisão tarifária de cada distribuidora, que ocorre ciclicamente em intervalos de 3 a 5 anos, por meio da fixação de percentuais regulatórios nas Resoluções Homologatórias da ANNEEL e assim, reconhecidas na tarifa de energia. Em contrapartida, as perdas reais são as que ocorrem efetivamente no sistema de distribuição. Dessa forma, quando mal definida, a diferença que se percebe entre os valores reais e regulatórios podem causar prejuízo financeiro às concessionárias. A seguir, a Figura 2 mostra a evolução das perdas ponderadas, segundo a ANEEL.

**Figura 2** - Evolução das perdas não técnicas reais (em verde) e regulatórias (em azul) sobre o mercado de baixa tensão faturado no período de 2008 a 2021



Fonte - ANEEL (2022)

Segundo a ANEEL (2022), os valores das perdas não técnicas reais (praticadas pelas concessionárias) são normalmente superiores às perdas regulatórias, pois a agência limita o repasse aos consumidores com base na sua metodologia de regulação por incentivos, a qual sinaliza a possibilidade de negligência ou ineficiência por parte das distribuidoras em suas ações para combater as perdas comerciais. Portanto, incentiva as concessionárias a investirem na rede para que as perdas reais sejam percentualmente menores que as regulatórias e, com isso, auferir ganhos. Esse interesse beneficia diretamente as concessionárias em questões financeiras, porém consumidores também serão beneficiados com redução na tarifa, melhoria na qualidade no fornecimento e maior agilidade em possíveis reestabelecimentos de energia elétrica.

## IMPLANTAÇÃO DAS SMART GRIDS NO BRASIL

No Brasil, desde que a Lei N° 9.991/2000 foi sancionada, as concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia passaram obrigatoriamente a utilizar um percentual de sua receita operacional líquida para projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) do setor elétrico.

Ao longo dos anos seguintes e tendo em vista a chegada de novas tecnologias e um crescimento no quantitativo de perdas de energia, as distribuidoras voltaram o foco para reduzi-las, sendo a Light e a Ampla, pioneiras. Em situações em que a concessionária obtinha menores perdas, como é o caso da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), a busca por maior eficiência operacional possa talvez ter sido o vetor principal para os investimentos. No Estado de São Paulo, a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) que atende a área de clientes industriais no interior paulista, deu andamento a um projeto-piloto na região de Campinas viabilizado mediante benefícios econômicos com o foco voltado para redução de gastos operacionais e identificação de falhas. Com o potencial de uso das fontes solar e eólica do país, concessionárias como Cemig, Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), Eletrobras Eletrosul e Tractebel voltaram seus projetos optando pela geração distribuída. Por esses casos, a realização de projetos-piloto no Brasil foi impulsionada essencialmente sobre os seguintes vetores: eficiência operacional, redução de perdas, aumento da confiabilidade e experimentos em geração distribuída; tais projetos regulados e fiscalizados pela ANEEL (RIVERA et al. 2013).



Segundo o MME em seu relatório sobre as Smart Grids, há casos de sucesso no Brasil quanto a implementação de redes inteligentes no combate às fraudes. A empresa Ampla<sup>6</sup> relata que houve redução de 4,73% do índice de PNT num período de quatro anos com o uso dos equipamentos tecnológicos associados a outras técnicas contra às irregularidades. Além disso, a concessionária reduziu o tempo de religação após a quitação do débito do consumidor e observou redução dos custos operacionais.

Outra grande concessionária que atua no país é a Neoenergia, que em Pernambuco buscou a modernização da rede e está gradualmente fazendo a troca e/ou instalação de medidores, os quais deixaram de ser instalados dentro dos imóveis ou nas fachadas e passaram a integrar o Sistema de Medição Centralizado (SMC) – que se conectam aos postes da distribuidora e permite a telemedição. No ano de 2022, a empresa cita que realizou 150 mil inspeções e obteve uma recuperação de mais de 152 milhões de kWh. Já em 2023, apenas no primeiro trimestre, a Neoenergia identificou uma média de 324 ligações clandestinas diariamente no estado, tendo feito 33 mil inspeções e recuperados 37 milhões de kWh, energia que atenderia cerca de 1,2 milhão de pessoas em um mês (Neoenergia, 2023b).

O estado do Amazonas possui o maior índice de perdas não técnicas sobre o mercado de baixa tensão faturado do país: 122,8% de perda real e 74,9% de perda regulatória no ano de 2021. Conforme Resoluções Homologatórias do período de junho de 2021 a junho de 2022, esse índice de perdas resultou em uma participação nas tarifas residenciais (sem tributos) de 14,2% (ANEEL, 2022). Diante deste cenário, a concessionária Amazonas Energia<sup>7</sup> passou a instalar medidores eletrônicos em unidades consumidoras da capital Manaus: a previsão da empresa é que sejam instalados 86 mil novos medidores até o fim do ano de 2023, e até 2030, 484 mil aparelhos, totalizando um investimento aproximado de R\$ 1,7 bilhão. Segundo o diretor comercial da distribuidora, Francisco Romário, atualmente 12 mil aparelhos estão em funcionamento e já se têm resultados satisfatórios, pois nos locais onde já foram instalados, as perdas eram da ordem de 60 - 70% e reduziram-se para 21% (NASCIMENTO, 2023).

Assim, tendo em vista esse cenário, as empresas concessionárias precisam trabalhar com uma margem de preço suficiente para assumir as diferenças entre o montante de energia faturado dos consumidores e o montante adquirido dos geradores, pois diante do montante

---

<sup>6</sup>Controlada pela Enel Brasil, Ampla Energia e Serviços é uma distribuidora de energia elétrica que distribui energia a mais de 66 municípios do Estado do Rio de Janeiro, equivalentes a mais de 70% do território fluminense, compreendendo cerca de 3 milhões de unidades consumidoras, o que envolve uma população estimada de 8 milhões de habitantes.

<sup>7</sup>Atuando no Estado do Amazonas, A Amazonas Energia é a responsável pela distribuição de energia elétrica. Com aproximadamente 1.049.178 clientes consumidores e 4,2 milhões de habitantes atendidos, alcança 104 localidades e 62 municípios em uma área de extensão territorial total 1.559,2 mil km<sup>2</sup>.

de perdas comerciais de energia, manter-se a frente da distribuição da energia pode tornar-se impossível, o que resultaria numa possível falência. Caso isso ocorra, a concessão para outro investidor só será viável se houver a possibilidade deste cobrar mais pelo serviço, devido aos interesses de retorno do investimento. No longo prazo, os impactos das perdas comerciais refletem nas contas de energia elétrica dos consumidores regulares. Por isso, que o combate às estas perdas é essencial, pois tais comportamentos são danosos à coletividade (Instituto Acende Brasil, 2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma breve explanação sobre a estrutura das redes elétricas inteligentes baseada no uso de medidores eletrônicos inteligentes, capazes de transformar redes elétricas convencionais em redes mais completas a níveis de informações e coleta de dados. Mostrou-se como as perdas elétricas e, principalmente, as perdas não técnicas têm influência negativa na eficiência energética do país, impactando em maior demanda de energia e necessidade de mais geração, prejuízos financeiros às distribuidoras de energia e consequentemente aumento da tarifa cobrada aos consumidores regulares. Foram citados exemplos de concessionárias que vêm numa escalada de investimentos de curto e longo prazo nas redes de distribuição, melhorando a eficiência da rede e qualidade do fornecimento, onde já se observam quedas nas perdas comerciais e diminuição do consumo por parte dos clientes. Foi visto também que ainda há muito a ser feito, dado o quadro socioeconômico e a violência, que em muitas áreas de concessão são os principais fatores dos níveis altos de perdas não técnicas. Porém, já se nota um caminho de sucesso sendo trilhado para combater essas irregularidades por meio da medição inteligente e o uso das Smart Grids.

797

## REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (2022). **Relatório sobre Perdas de Energia Elétrica na Distribuição**. Superintendência de Gestão Tarifária – SGT. Brasília, Brasil.

Amin, S. M.; Wollenberg, B. F. **Toward a smart grid**. IEEE Power and Energy Magazine, v. 3, n. 5, p. 34-38, sep.-oct. 2005.

BIAN, D. et al. **Analysis of communication schemes for Advanced Metering Infrastructure (AMI)**. In: 2014 IEEE PES General Meeting| Conference & Exposition. IEEE, 2014. p. 1-5.

RIVERA, Ricardo; ESPOSITO, Alexandre Siciliano; TEIXEIRA, Ingrid. **Redes elétricas inteligentes (smart grid): oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local.** 2013.

FALCAO, Djalma M. et al. **Integração de tecnologias para viabilização da smart grid.** III Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, p. 1-5, 2010.

FORTES, Márcio Zamboti et al. **Análise da adoção de medidores inteligentes como instrumento da política pública de eficiência energética.** Engevista, v. 19, n. 2, p. 316-327, 2017.

Instituto Acende Brasil (2017). **Perdas Comerciais e Inadimplência no Setor Elétrico.** White Paper 18, São Paulo, 40 p.

MME – Ministério de Minas e Energia (2021). **Relatório Smart Grid.** Grupo de Trabalho de Redes elétricas inteligentes. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/energia-eletrica/relatorio-smart-grid-1/documentos/relatorio-smart-grid.pdf/view>.

NASCIMENTO, Felipe. **Até dezembro, Amazonas Energia planeja instalar 86 mil novos medidores antifurto.** Real Time, 14 fev. 2023. Disponível em: <https://realtime1.com.br/economia-e-negocios/ate-dezembro-amazonas-energia-planeja-instalar-86-mil-novos-medidores-antifurto/>. Acesso em: 07 maio 2023.

NEOENERGIA Pernambuco (2023a). **Neoenergia impulsiona criação de norma brasileira sobre medição inteligente.** Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/neoenergia-impulsiona-criacao-de-norma-brasileira-sobre-medicao-inteligente.aspx>. Acesso em: 07 maio 2023.

NEOENERGIA Pernambuco (2023b). **Neoenergia identifica mais de 324 ligações clandestinas por dia durante o primeiro trimestre de 2023.** Disponível em: <https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/neoenergia-identifica-mais-ligacoes-clandestinas-dia-durante-primeiro-trimestre.aspx>. Acesso em: 05 maio 2023.

PENIN, Carlos Alexandre de Sousa. **Combate, prevenção e otimização das perdas comerciais de energia elétrica.** 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, C. C. S.; Oliveira, R.; Shinoda, A. A. **Oportunidades e desafios Smart Grid.** Jornada de Pesquisa e Extensão Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

RAMOS, Caio César Oba. **Caracterização de perdas comerciais em sistemas de energia através de técnicas inteligentes.** 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RAMOS, Caio CO et al. **On the study of commercial losses in Brazil: A binary black hole algorithm for theft characterization.** IEEE Transactions on Smart Grid, v. 9, n. 2, p. 676-683, 2016.

RODRÍGUEZ, Cristian Fernando; CALVACHE, Bayron Andrés; CAICEDO, Eduardo Francisco. **Una propuesta de modelos de datos y protocolos de intercambio de información**

**estandarizados aplicables a sistemas de medida centralizada.** Revista Ingenierías Universidad de Medellín, v. 16, n. 30, p. 149-167, 2017.

ZHENG, Jixuan; GAO, David Wenzhong; LIN, Li. **Smart meters in smart grid: An overview.** In: 2013 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech). IEEE, 2013. p. 57-64.