

## **MEDIÇÃO CENTRALIZADA DE ENERGIA: ENTRE A EFICIÊNCIA E OS DESAFIOS OPERACIONAIS**

Patrícia Beneti<sup>1</sup>; Tiago Soares da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia - UniFil, Brasil

Autor Correspondente: [patriciabenedi@gmail.com](mailto:patriciabenedi@gmail.com)

### **RESUMO**

A medição centralizada de energia elétrica tem se consolidado como uma solução eficiente e segura para a gestão do consumo energético em ambientes urbanos, especialmente em edifícios residenciais, centros comerciais e programas habitacionais. Ao reunir os medidores em um único ponto de acesso, esse modelo facilita a manutenção, reduz perdas não técnicas e permite a integração com tecnologias como redes inteligentes e leitura remota. Entre os principais benefícios estão o aumento da eficiência operacional, a padronização das instalações e a maior transparência no fornecimento de energia. Contudo, sua adoção enfrenta desafios operacionais, como os altos custos de implantação, a necessidade de infraestrutura tecnológica e a resistência por parte de alguns consumidores. Estudos de caso demonstram resultados positivos em diferentes contextos, reforçando o potencial da medição centralizada como ferramenta para modernizar o setor elétrico brasileiro. O sucesso dessa tecnologia, no entanto, depende de planejamento, investimentos adequados e políticas públicas que incentivem sua adoção, especialmente em áreas de vulnerabilidade social.

Palavras-chave: medição centralizada; smart grids; perdas não técnicas; gestão energética.

### **ABSTRACT**

Centralized electricity metering has established itself as an efficient and safe solution for managing energy consumption in urban environments, especially in residential buildings, shopping centers, and housing programs. By bringing together meters at a single access point, this model facilitates maintenance, reduces non-technical losses, and allows integration with technologies such as

smart grids and remote reading. Among the main benefits are increased operational efficiency, standardization of installations, and greater transparency in energy supply. However, its adoption faces operational challenges, such as high implementation costs, the need for technological infrastructure, and resistance from some consumers. Case studies demonstrate positive results in different contexts, reinforcing the potential of centralized metering as a tool to modernize the Brazilian electricity sector. The success of this technology, however, depends on planning, adequate investments, and public policies that encourage its adoption, especially in areas of social vulnerability.

Keywords: centralized metering; smart grids; non-technical losses; energy management.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções eficientes e seguras na gestão do consumo de energia elétrica tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras no setor elétrico. Nesse contexto, a medição centralizada tem se destacado como uma alternativa estratégica, especialmente em ambientes urbanos com elevado número de consumidores, como edifícios residenciais, centros comerciais e programas habitacionais. Ao centralizar os medidores em um único ponto de acesso, essa tecnologia proporciona maior controle, reduz perdas não técnicas e facilita as ações de manutenção e fiscalização.

A modernização dos sistemas de medição acompanha as tendências de digitalização e automação impulsionadas pelas redes elétricas inteligentes (*smart grids*). Por meio da integração com sistemas de comunicação e plataformas digitais, é possível realizar leituras remotas, aplicar tarifas diferenciadas e monitorar o consumo em tempo real, promovendo um uso mais racional da energia (Carvalho, 2021). Além disso, esse modelo contribui para a padronização das instalações e aprimora a estética urbana ao eliminar medidores individuais expostos.

[...] No modelo competitivo, a informação de medição é uma informação de mercado, portanto, a energia não tem somente valor financeiro, mas também o valor agregado, ou seja, os serviços que se deve fornecer para conseguir vendê-la. Neste sentido, as usinas que implementarem modernos sistemas comerciais de medição de faturamento, que permitam uma relação mais ágil com os seus clientes, como a disponibilização de informações e dados na Internet, por exemplo, terão maior vantagem competitiva, agilidade decisória e condições de manutenção do seu mercado cativo (São Thiago, 2015 pág. 35).

Entretanto, apesar dos benefícios observados, a adoção da medição centralizada ainda enfrenta desafios importantes, como o custo elevado de implantação, a necessidade de infraestrutura tecnológica robusta e a aceitação por parte dos consumidores. Projetos-piloto implementados em diferentes

regiões do país têm evidenciado que, quando bem planejado e executado, esse modelo pode ser eficiente mesmo em áreas com alta vulnerabilidade social (Agência [...], 2025).

Este trabalho tem como objetivo apresentar os fundamentos, benefícios, desafios operacionais e aplicações práticas da medição centralizada de energia elétrica. Por meio da análise de casos reais e embasamento técnico, busca-se demonstrar o potencial dessa tecnologia para contribuir com a modernização do setor elétrico brasileiro e promover um fornecimento de energia mais justo e sustentável.

## 2 FUNDAMENTOS DA MEDIÇÃO CENTRALIZADA

A medição centralizada de energia elétrica, é uma solução adotada cada vez com mais frequência em edifícios residenciais, comerciais e em áreas economicamente vulneráveis. Sua origem remonta à necessidade de melhorar o controle do consumo energético e reduzir perdas não técnicas, como furtos e erros de leitura. Com o avanço da tecnologia e o aumento das exigências por eficiência energética, esse modelo ganhou destaque como alternativa prática e segura.

A ideia principal dos centros de medição é reunir todos os medidores de um edifício em um único local, como o térreo ou subsolo, facilitando o acesso para leitura e manutenção. Essa configuração permite maior organização dos sistemas elétricos e reduz o risco de fraudes. Além disso, a leitura dos medidores pode ser automatizada com tecnologias como comunicação por linha de energia (PLC), radiofrequência (RF) e redes móveis (Silva; Fernandes, 2020).

Com o uso de medição centralizada, é possível integrar os sistemas aos conceitos de redes elétricas inteligentes, ou *smart grids*, o que abre caminho para a tarifação dinâmica e o monitoramento em tempo real do consumo. Isso representa um passo importante na busca por uma gestão energética mais eficiente e sustentável (Carvalho, 2021). A medição centralizada também contribui para a padronização das instalações e melhora a estética das fachadas dos edifícios, uma vez que elimina a necessidade de medidores em cada unidade consumidora. Sobre o conceito de smart grid, Timossi (2013) relata que:

[...] O segmento da distribuição de energia, além de realizar a interface entre o sistema de transmissão e a geração distribuída, possui a maior malha de circuitos que proporcionam o atendimento aos consumidores finais. É neste segmento que estão às maiores mudanças e as oportunidades de implantação de um novo conceito dentro do sistema elétrico, o de redes inteligentes (*Smart Grids*). Esta tecnologia permite a estruturação de uma integração plena entre as subestações, redes elétricas (Timossi, 2013, p. 17).

A integração entre tecnologias da informação, sistemas elétricos de potência e infraestrutura de comunicação compõem o cerne do conceito de Smart Grid, ou redes elétricas inteligentes. Essa estrutura permite ganhos

significativos em eficiência energética, ao viabilizar automação e operação remota do sistema, aprimorar o monitoramento das condições da rede e da qualidade da energia, favorecer decisões mais assertivas em diferentes fases do setor elétrico e possibilitar o consumo programado e inteligente de energia (Ribeiro, 2011).

Nesse cenário, surgem movimentos ao redor do mundo que abordam a visão futura da distribuição de eletricidade e da relação com o consumidor final, integrando aspectos técnicos e tecnológicos sob o conceito de redes inteligentes (*Smart Grids*). Concessionárias e usuários precisarão alinhar seus interesses e investimentos para alcançar maior eficiência, confiabilidade na distribuição, redução de custos e impacto ambiental.

Embora existam várias definições, uma caracterização abrangente aponta as redes inteligentes como sistemas de transmissão e distribuição de energia que utilizam comunicações bidirecionais, banda larga, sensores e computação integrada para otimizar a eficiência, confiabilidade e segurança do fornecimento energético. Essas redes incorporam, de forma extensiva, tecnologias de informação (TI) e de telecomunicação (TE) em todas as etapas da geração, distribuição e consumo, com o propósito de mitigar impactos ambientais, melhorar a qualidade dos serviços e ampliar a eficiência energética (Garrido, 2008).


Por outro lado, esse modelo apresenta desafios operacionais relevantes. O custo inicial para implantação pode ser elevado, exigindo investimentos em infraestrutura, cabeamento e dispositivos de leitura inteligente. Além disso, é necessário garantir que a comunicação de dados seja confiável e segura, o que pode exigir plataformas específicas para armazenamento e análise (Agência [...], 2025).

Casos práticos demonstram os benefícios dessa abordagem. No Edifício Vista Bella, em São Paulo, a adoção da medição centralizada reduziu em 30% as perdas elétricas em um ano. Em grandes centros comerciais, como o Shopping Palladium, em Curitiba, o sistema permitiu uma gestão mais eficaz da energia entre os lojistas (Lopes; Rocha, 2018). Já em programas habitacionais como o Minha Casa, Minha Vida, empresas como a Neoenergia comprovaram a eficácia da medição centralizada em áreas com histórico de perdas comerciais elevadas.

Assim, a medição centralizada representa uma estratégia moderna para a gestão do consumo elétrico, associando tecnologia, eficiência e segurança. Contudo, sua adoção deve ser planejada com base nas condições técnicas e econômicas de cada projeto, respeitando as diretrizes das normas técnicas e das agências reguladoras.

## 2.1 A importância das redes elétricas inteligentes e da leitura remota

As redes elétricas inteligentes, também conhecidas como *smart grids*, surgiram como uma resposta às limitações dos sistemas elétricos tradicionais. Com o crescimento da demanda por energia, foi necessário modernizar a



infraestrutura elétrica, incorporando tecnologias da informação e comunicação. O conceito de *smart grid* começou a ganhar força no início dos anos 2000, com o objetivo de tornar o fornecimento de energia mais eficiente, seguro e sustentável (Agência [...], 2020). Essas redes permitem o monitoramento em tempo real do consumo e fornecimento de energia, além de facilitar a detecção de falhas na rede.

Um dos avanços mais relevantes trazidos pelas *smart grids* é a possibilidade de leitura remota dos medidores de energia. Essa funcionalidade elimina a necessidade de visitas presenciais de técnicos para a coleta dos dados de consumo, aumentando a agilidade e a precisão na medição. Além disso, essa leitura remota permite que os consumidores acompanhem seu consumo quase em tempo real, incentivando o uso consciente da energia elétrica (BRASIL, 2021).

Com a modernização das redes, tornou-se possível aplicar a tarifação horo-sazonal, ou seja, uma cobrança diferenciada conforme o horário e a estação do ano. Essa forma de tarifação tem como objetivo reduzir o consumo nos horários de pico, promovendo um uso mais equilibrado da rede elétrica ao longo do dia (Morais; Villalva, 2014). Ao adotar essa prática, os consumidores são incentivados a mudar seus hábitos, evitando o uso de aparelhos de alto consumo nos momentos de maior demanda.

A integração entre os sistemas de medição centralizada e as redes inteligentes traz diversos benefícios tanto para os consumidores quanto para as distribuidoras de energia. Para os consumidores, há mais transparência, controle e possibilidade de economia na conta de luz. Já para as distribuidoras, os sistemas centralizados reduzem perdas técnicas e comerciais, além de melhorar o planejamento e a operação do sistema elétrico (Empresa [...], 2022). Essa modernização também é essencial para a inserção de fontes renováveis, como solar e eólica, que exigem uma rede mais flexível e inteligente.

Portanto, a evolução das redes elétricas, por meio da integração com tecnologias digitais, representa um passo importante rumo a um sistema energético mais eficiente e sustentável. A leitura remota dos medidores e a aplicação de tarifas por horário de consumo são exemplos claros de como a inovação pode melhorar a gestão da energia e beneficiar toda a sociedade. Investir em *smart grids* é investir em um futuro mais seguro e econômico no setor elétrico.

### **3 BENEFÍCIOS E DESAFIOS OPERACIONAIS DA MEDIÇÃO CENTRALIZADA**

A medição centralizada de energia tem se tornado uma solução viável para melhorar o controle do consumo elétrico em empreendimentos residenciais, comerciais e em locais de vulnerabilidade econômica. Um dos principais benefícios dessa tecnologia é a redução de perdas, pois dificulta fraudes e facilita a detecção de desvios de energia. Em regiões com altos índices de perdas não

técnicas, como áreas de baixa renda, esse modelo tem sido adotado com sucesso por distribuidoras para recuperar receitas e aumentar a eficiência operacional (Silva; Fernandes, 2020).

Além disso, a medição centralizada proporciona facilidade na manutenção. Com todos os medidores instalados em um único painel, como caixas centralizadoras localizadas em via pública, em locais de acesso comum, como o térreo ou subsolo, uma vez que facilita o acesso aos técnicos para realizar inspeções, manutenções e trocas de forma mais rápida e segura. Essa centralização também promove a padronização das instalações e melhora a estética, eliminando caixas de medição espalhadas pelas fachadas dos edifícios (Lopes; Rocha, 2018).

Outro ponto de destaque é a integração com redes elétricas inteligentes (*smart grids*). Sistemas centralizados possibilitam a leitura remota dos medidores, a aplicação de tarifas por horário de consumo (tarifação horossazonal) e o controle da demanda em tempo real. Essa automação contribui para uma gestão mais inteligente da energia e favorece o uso racional pelos consumidores (Carvalho, 2021).

Com a finalização do processo de registro, os sistemas passam a contar com blocos multiplexadores e conversores, que viabilizam a conexão remota com diversos usuários. Essa estrutura permite que as informações circulem por longas distâncias até as centrais de coleta. A facilidade de integração tecnológica impulsionou a transição para os sistemas de medição eletrônica. Além das vantagens metrológicas, esse modelo permite a incorporação de funcionalidades adicionais, como o corte e o religamento remotos, a medição de outras grandezas elétricas e a implementação de novas modalidades tarifárias (São Thiago, 2009).

[...] Com a evolução dos Medidores de Energia (*hardware*) vieram os aplicativos que tornaram mais interativo o ambiente de parametrização, coleta, transmissão e armazenamento dos dados coletados disponibilizando-os não só para as concessionárias como para os órgãos de gestão e controle da matriz energética brasileira como o CCEE ou o O.N.S. Podemos destacar alguns desses medidores que juntamente com os softwares que os acompanham são verdadeiros analisadores possibilitando não só a medição de variáveis de energia, mas fornecendo elementos de qualidade das componentes que a compõem.

No entanto, a implantação desse modelo apresenta desafios operacionais significativos, principalmente em áreas economicamente vulneráveis. O custo inicial elevado para instalar infraestrutura, medidores eletrônicos e sistemas de comunicação pode inviabilizar projetos em determinadas regiões. Além disso, existe uma dependência tecnológica, pois os sistemas exigem redes confiáveis e seguras para transmissão de dados, o que nem sempre está disponível (Agência [...], 2025).

Outro desafio relevante é a gestão de dados. A grande quantidade de informações geradas exige plataformas capazes de armazenar, processar e visualizar dados com precisão. Isso exige investimentos constantes em

tecnologia da informação e segurança cibernética. Além disso, a aceitação dos usuários pode ser um obstáculo, já que consumidores com pouco acesso à informação ou experiências negativas anteriores podem resistir à mudança de modelo (Braga, 2015).

Dessa forma, embora a medição centralizada traga importantes avanços na gestão da energia elétrica, é essencial que sua implementação seja acompanhada de estratégias de comunicação com os usuários, investimentos tecnológicos e políticas públicas que incentivem sua adoção em comunidades de baixa renda. Quando bem planejada, essa tecnologia contribui para um sistema elétrico mais justo, eficiente e transparente.

### 3.1 Sistema Smart Grid

As redes elétricas inteligentes, conhecidas como *Smart Grids*, presente na Figura1, representam um avanço fundamental na modernização do setor elétrico. Elas integram tecnologias de informação e comunicação aos sistemas tradicionais de energia, permitindo maior controle, automação e eficiência. Com isso, tornam-se capazes de monitorar o consumo em tempo real, detectar falhas rapidamente e integrar fontes renováveis com mais segurança (Empresa [...], 2022).

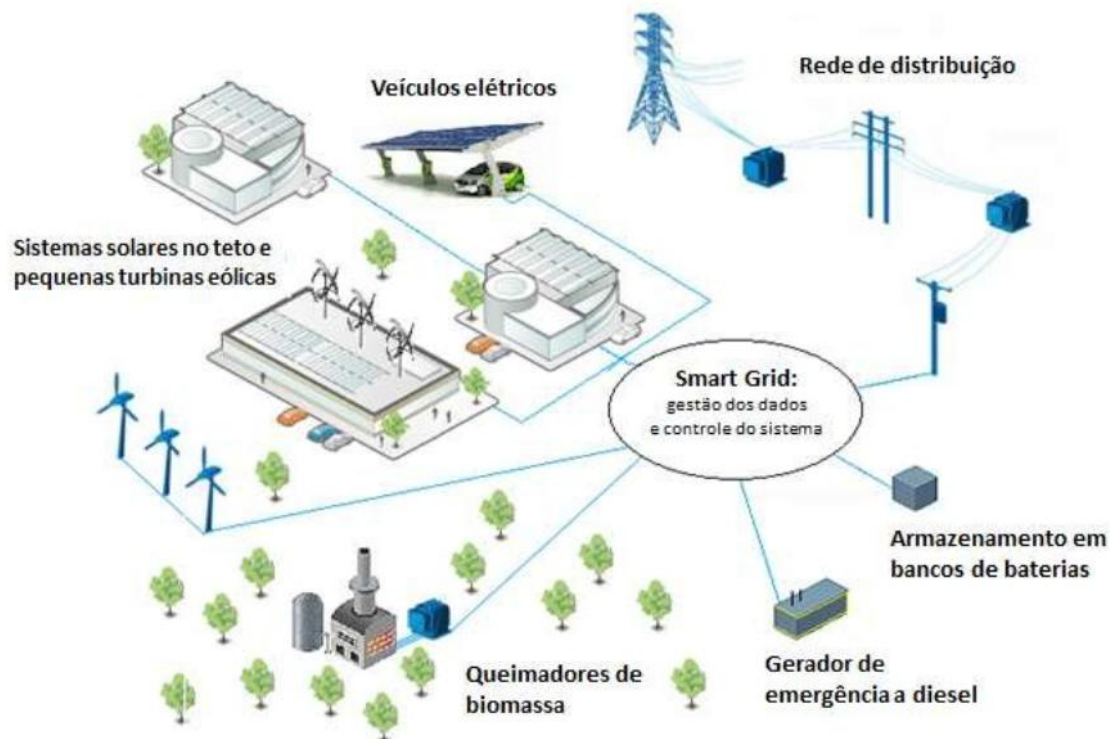
Na prática, uma das principais aplicações do *Smart Grid* é a leitura remota dos medidores de energia. Essa funcionalidade elimina a necessidade de visitas presenciais para a medição do consumo, oferecendo mais agilidade e precisão no faturamento. Além disso, o consumidor passa a ter acesso a informações detalhadas sobre seu uso de energia, o que estimula o consumo consciente e a redução de desperdícios (Agência [...], 2021).

O termo *Smart Grid* se refere à modernização do sistema elétrico por meio da integração com tecnologias da informação, comunicação e automação. Essa combinação permite que a rede elétrica funcione de forma mais inteligente, segura e eficiente. Com a automação da distribuição e o monitoramento em tempo real, é possível detectar falhas rapidamente, otimizar o consumo e integrar fontes de energia renovável. O resultado é uma rede elétrica mais confiável, econômica e preparada para os desafios do futuro energético.

[...] Esse conjunto tecnológico seria o responsável por significativos ganhos de eficiência energética, por permitir automação e operação remota do sistema, por melhorar a fiscalização e monitoramento das condições de rede e qualidade de energia, por incrementar a capacidade de tomada de decisões nas diferentes fases do setor, por viabilizar tecnicamente ao consumo programado, inteligente, de energia, dentre outros (Ribeiro, 2011, p. 3).

Outra aplicação relevante é a tarifação dinâmica, como a tarifação horossazonal. Com o *Smart Grid*, é possível cobrar preços diferentes de acordo com o horário de uso da energia, o que ajuda a distribuir melhor a demanda ao longo do dia. Essa prática reduz sobrecargas nas redes em horários de pico e incentiva o consumo em períodos de menor demanda (Morais; Villalva, 2014).

Figura 1 – Conceito de uma Smart Grid



Fonte: Sánchez *et al.* (2016).

O *Smart Grid* também facilita a integração de fontes renováveis, como a solar e a eólica, ao sistema elétrico. Como essas fontes são intermitentes, a inteligência da rede permite ajustar o fornecimento conforme a geração varia. Além disso, sistemas de armazenamento e veículos elétricos podem ser integrados, criando redes mais flexíveis e sustentáveis (Braga, 2015).

## 4 APLICAÇÕES PRÁTICAS

A medição centralizada de energia elétrica é uma tecnologia que visa modernizar a forma como o consumo de energia é monitorado e gerenciado. Criada como uma alternativa à medição individual tradicional, ela consiste na instalação de medidores em um ponto comum, geralmente em painéis de fácil acesso. Essa solução permite a coleta de dados mais precisa, eficiente e segura, especialmente em ambientes com múltiplas unidades consumidoras, como edifícios e conjuntos habitacionais.

A evolução desse sistema está diretamente ligada à digitalização do setor elétrico e ao surgimento das redes inteligentes (*smart grids*), que permitem o monitoramento remoto e em tempo real do consumo. A combinação da medição centralizada com sistemas automatizados traz ganhos operacionais, econômicos e ambientais. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Agência [...]),

2025), esses avanços ajudam a combater perdas não técnicas e aumentam a confiabilidade do fornecimento.

Um dos casos mais emblemáticos de aplicação da medição centralizada ocorreu no Edifício Vista Bella, em São Paulo. A centralização dos medidores em um único painel reduziu em cerca de 30% as perdas de energia elétrica em apenas um ano (Lopes; Rocha, 2018). A economia obtida deve-se à facilidade de detectar irregularidades, como fraudes e ligações clandestinas, além de oferecer mais controle e transparência no consumo dos moradores.

Esse modelo também se mostrou eficiente em centros comerciais, como no Shopping Palladium, em Curitiba. Lá, a medição centralizada foi associada ao sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), permitindo o acompanhamento em tempo real do consumo por loja. De acordo com Carvalho (2021), essa solução evitou conflitos entre lojistas e administração, promoveu economia e tornou o controle de custos mais eficaz.

Outro exemplo de sucesso foi o uso da medição centralizada em empreendimentos do programa Minha Casa, Minha Vida. Em áreas com altos índices de perdas não técnicas, empresas como a Neoenergia adotaram o sistema para garantir maior controle sobre o fornecimento de energia. A iniciativa resultou em maior segurança para os moradores, redução de perdas e recuperação de receitas (Silva; Fernandes, 2020), mostrando como a tecnologia pode contribuir para a sustentabilidade do setor.

Na cidade de Londrina (PR), a instalação de sistemas de medição centralizada em bairros socialmente vulneráveis trouxe melhorias consideráveis. A ação foi conduzida por meio de uma parceria entre a distribuidora local e a prefeitura, com o objetivo de regularizar o acesso à energia elétrica. O projeto resultou na diminuição das intervenções técnicas e no aumento da confiabilidade do serviço (Agência [...], 2025), tornando-se referência para outras regiões.

Além dos ganhos operacionais, o modelo implantado em Londrina fortaleceu o vínculo entre concessionária e comunidade. A medição centralizada promoveu maior transparência e permitiu que os moradores acompanhassem melhor o próprio consumo. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (Empresa [...], 2022), iniciativas desse tipo são essenciais para promover a inclusão energética e reduzir desigualdades no acesso aos serviços básicos.

O sucesso da medição centralizada depende de três pilares: infraestrutura técnica adequada, comunicação eficaz com os consumidores e suporte contínuo das distribuidoras. Conforme destaca Braga (2015), a integração com tecnologias de automação e leitura remota amplia ainda mais os benefícios do sistema, reduzindo custos operacionais e aumentando a segurança das instalações.

Com o avanço das redes inteligentes, a tendência é que a medição centralizada se torne cada vez mais comum, não apenas em áreas urbanas, mas também em regiões rurais. A replicação bem-sucedida em diferentes contextos comprova seu potencial como uma solução sustentável e eficiente para os desafios do setor elétrico. Essa expansão também favorece a modernização das redes e o uso consciente da energia pelos consumidores.

Dessa forma, a medição centralizada representa um importante passo rumo à inovação no setor elétrico brasileiro. Sua adoção contribui não apenas para a redução de perdas e melhoria da eficiência, mas também para a construção de um modelo mais justo, transparente e sustentável de distribuição de energia. Com planejamento e investimentos adequados, essa tecnologia pode transformar a relação entre concessionárias e usuários, garantindo benefícios mútuos e duradouros.

## 5 CONCLUSÃO

A medição centralizada de energia elétrica se consolidou como uma alternativa estratégica para aprimorar o gerenciamento do consumo, combater perdas não técnicas e integrar tecnologias modernas aos sistemas de distribuição. Sua implementação tem demonstrado resultados expressivos em condomínios, centros comerciais e projetos habitacionais, promovendo maior eficiência, segurança e organização das instalações elétricas.

Apesar dos benefícios, a adoção desse modelo exige atenção aos desafios operacionais, como os altos custos iniciais, a dependência tecnológica e a necessidade de gestão eficaz dos dados. É fundamental considerar as condições socioeconômicas das regiões onde será implantado, especialmente em áreas de vulnerabilidade social, para garantir a efetividade da solução.

Diante disso, percebe-se que a eficiência na gestão energética depende não apenas da geração e distribuição, mas também da qualidade da informação e da capacidade de inovação tecnológica das empresas do setor. A adoção de sistemas modernos de medição e comunicação, aliada à integração digital com os consumidores, representa um diferencial competitivo essencial, promovendo transparência, sustentabilidade e otimização de recursos. Assim, o fortalecimento da cultura de dados e a atualização contínua das tecnologias tornam-se elementos indispensáveis para o futuro do mercado energético brasileiro.

A integração com *smart grids* e sistemas de leitura remota posiciona a medição centralizada como um passo relevante rumo à modernização do setor elétrico brasileiro. No entanto, o sucesso dessa tecnologia depende de políticas públicas de incentivo, parcerias entre distribuidoras e órgãos governamentais, e ações de conscientização junto aos consumidores.

Portanto, conclui-se que a medição centralizada não é apenas uma inovação tecnológica, mas também uma ferramenta de transformação social, capaz de democratizar o acesso à energia regular e promover a sustentabilidade do sistema elétrico. Com planejamento, investimentos adequados e envolvimento dos usuários, seu uso tende a se expandir, tornando-se um novo padrão na gestão da energia.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Procedimentos de distribuição – PRODIST: Módulo 5 – Medição de Energia Elétrica**. Brasília: ANEEL. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/prodist>. Acesso em: 07 jun. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15524-1: **Sistemas de medição individualizada de água e energia elétrica – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15524-2: **Sistemas de medição individualizada de água e energia elétrica – Parte 2: Instalação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BRAGA, A. C. **Medição e faturamento de energia elétrica**. São Paulo: Érica, 2015.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de energia 2050**. Brasília: MME, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme>. Acesso em: 05 jul. 2025.
- CARVALHO, P. M. S. **Redes elétricas inteligentes**. Rio de Janeiro: LTC, 2021.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Smart grids: panorama e oportunidades no Brasil**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 05 jul. 2025.
- GARRIDO, J. **Sistemas energéticos para o sector edifícios em portugal: sustentabilidade e potencial de inovação**. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa, 2008.
- LOPES, A. G.; ROCHA, L. C. Medição centralizada e suas implicações na eficiência energética em condomínios residenciais. **Revista Brasileira de Eficiência Energética**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 45-58, 2018.
- MORAIS, L. M.; VILLALVA, M. G. **Tarifação horo-sazonal: fundamentos e aplicações no Brasil**. Revista Brasileira de Energia, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 45-60, 2014.

RIBEIRO, C. L. **Aspectos institucionais para o Smart Grid no Brasil: Riscos, oportunidades e desafios regulatórios.** Núcleo de direito setorial e regulatório. Brasília: UnB, 2011.

SÁNCHEZ, A. S *et al.* **Load forecast models using artificial neural networks:** application in a university campus (In Portuguese), 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Conceito-de-uma-smart-grid\\_fig4\\_308901191](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Conceito-de-uma-smart-grid_fig4_308901191). Acesso em: 07 jul. 2025.

SÃO THIAGO, J. W. de S. **Medição de energia:** sistema de medição de faturamento através da coleta centralizada da memória de massa dos medidores de energia. [S.l.], 2009. Monografia (Especialização em Automação, Controle e Robótica) – Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC, Salvador, BA, 2015.

SILVA, J. P.; FERNANDES, R. Análise das perdas comerciais em sistemas de medição centralizada em áreas de risco. *In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (SENDI)*, 2020. **Anais [...]**. Vitória: SENDI, 2020. Disponível em: <https://www.sendi.org.br>. Acesso em: 07 jun. 2025.

TIMOSSI, M. S. **Avaliação dos benefícios na utilização do conceito smart grid para reconfiguração automática de cargas na rede de distribuição de energia.** 2013. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, 2013.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar saúde para fazer este trabalho e após à professora pela valiosa orientação e pela dedicação. Sua experiência acadêmica e profissional foi essencial para o aprofundamento teórico e a consolidação dos conhecimentos adquiridos.