

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

## TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO SETOR ELÉTRICO: O PAPEL CENTRAL DAS REDES INTELIGENTES

DOI: 10.5281/zenodo.18285890

*Joelson Lopes da Paixão<sup>1</sup>*

### RESUMO

As redes inteligentes são um dos principais vetores da transformação digital no setor elétrico, ao integrar tecnologias digitais avançadas aos sistemas tradicionais de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia. Esse processo tem sido impulsionado pela crescente complexidade dos sistemas energéticos, pela necessidade de incorporar fontes renováveis intermitentes, pela demanda por maior eficiência operacional e pelo fortalecimento da segurança energética. O problema que orienta este estudo consiste em compreender de que modo as redes inteligentes materializam a transformação digital no setor elétrico e quais impactos técnicos, econômicos, institucionais e sociais decorrem dessa integração. O objetivo geral é analisar a relação entre redes inteligentes e transformação digital, destacando seus fundamentos conceituais, principais tecnologias associadas e implicações para a governança dos sistemas elétricos. Metodologicamente, adota-se uma abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, baseada na análise de produções científicas, relatórios técnicos e documentos

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

institucionais publicados entre 2015 e 2025. Os resultados indicam que a digitalização das redes elétricas amplia a capacidade de monitoramento, controle e tomada de decisão em tempo real, favorecendo maior confiabilidade, resiliência e participação ativa dos consumidores. Contudo, também se evidenciam desafios relacionados a elevados custos de implementação, cibersegurança, interoperabilidade tecnológica e adequação regulatória. Conclui-se que as redes inteligentes representam elemento central da transformação digital no setor elétrico, exigindo planejamento integrado, investimentos contínuos e governança estratégica para que seus benefícios sejam plenamente alcançados.

**Palavras-chave:** Redes inteligentes. Transformação digital. Sistemas elétricos. Inovação tecnológica. Setor energético.

## ABSTRACT

Smart grids constitute one of the main vectors of digital transformation in the electrical sector by integrating advanced digital technologies into traditional systems of energy generation, transmission, distribution, and consumption. This process has been driven by the increasing complexity of energy systems, the need to incorporate intermittent renewable sources, the demand for greater operational efficiency, and the strengthening of energy security. The problem guiding this study is to understand how smart grids materialize digital transformation in the electrical sector and what technical, economic, institutional, and social impacts result from this integration. The general objective is to analyze the relationship between smart grids and digital transformation, highlighting their conceptual foundations, main associated technologies, and implications for the governance of electrical systems.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Methodologically, a qualitative approach is adopted, of a bibliographic and documentary nature, based on the analysis of scientific publications, technical reports, and institutional documents published between 2015 and 2025. The results indicate that the digitalization of electrical networks expands the capacity for real-time monitoring, control, and decision-making, favoring greater reliability, resilience, and active consumer participation. However, challenges related to high implementation costs, cybersecurity, technological interoperability, and regulatory adequacy are also evident. It is concluded that smart grids represent a central element of digital transformation in the electrical sector, requiring integrated planning, continuous investments, and strategic governance for their benefits to be fully realized.

**Keywords:** Smart grids. Digital transformation. Electrical systems. Technological innovation. Energy sector.

## 1. INTRODUÇÃO

A transformação digital tem reconfigurado de forma profunda os sistemas produtivos, os serviços públicos e as infraestruturas críticas das sociedades contemporâneas, alterando modos de operação, gestão e interação entre diferentes atores. No setor elétrico, esse processo manifesta-se de maneira particularmente significativa por meio do desenvolvimento das redes inteligentes, também conhecidas como *smart grids*, que incorporam tecnologias digitais, automação e comunicação bidirecional aos sistemas elétricos tradicionais. As redes inteligentes emergem, assim, como resposta às limitações dos modelos convencionais de operação, baseados em fluxos

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

unidirecionais de energia e em estruturas pouco flexíveis frente às demandas atuais.

Historicamente, os sistemas elétricos foram concebidos para operar de forma centralizada, com grandes unidades de geração e redes hierárquicas de transmissão e distribuição. Esse modelo mostrou-se eficaz ao longo do século XX, sustentando a expansão industrial e urbana, porém apresenta restrições significativas diante do aumento da complexidade do setor energético. A diversificação das fontes de geração, a expansão das energias renováveis, a crescente eletrificação da economia e a necessidade de maior confiabilidade e eficiência impõem novos desafios que não podem ser adequadamente enfrentados sem a incorporação de tecnologias digitais avançadas.

Nesse contexto, as redes inteligentes configuram-se como expressão concreta da transformação digital no setor elétrico. Ao integrar sensores, sistemas de automação, plataformas de análise de dados, inteligência artificial e tecnologias de comunicação, essas redes ampliam a capacidade de monitoramento e controle dos sistemas elétricos em tempo real. Tal integração permite identificar falhas de forma mais rápida, otimizar o fluxo de energia, reduzir perdas técnicas e melhorar a qualidade do fornecimento, além de viabilizar maior participação dos consumidores na gestão do consumo e da geração de energia.

A transformação digital associada às redes inteligentes não se limita à dimensão técnica, mas envolve mudanças estruturais na governança do setor elétrico. A digitalização redefine as relações entre concessionárias,

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

reguladores, consumidores e novos agentes de mercado, introduzindo modelos de negócio inovadores e novas formas de interação. Consumidores passam a atuar como *prosumidores*, combinando produção e consumo de energia, enquanto operadores do sistema lidam com volumes crescentes de dados e decisões cada vez mais complexas. Esse cenário amplia oportunidades de eficiência e sustentabilidade, mas também exige novas competências institucionais e profissionais.

Entretanto, a implementação das redes inteligentes ocorre em um ambiente marcado por desafios significativos. Questões relacionadas a elevados investimentos iniciais, interoperabilidade entre diferentes tecnologias, atualização dos marcos regulatórios e proteção contra ameaças cibernéticas evidenciam que a transformação digital do setor elétrico não é um processo linear nem isento de riscos. A crescente dependência de sistemas digitais amplia a superfície de ataque das infraestruturas elétricas, tornando a cibersegurança componente central da confiabilidade e da segurança energética.

A problematização que orienta este estudo decorre, portanto, da necessidade de compreender como as redes inteligentes operacionalizam a transformação digital no setor elétrico e quais são as implicações desse processo para a eficiência, a resiliência e a governança dos sistemas elétricos. Pergunta-se: de que maneira a digitalização das redes elétricas contribui para a modernização do setor energético e quais desafios condicionam sua implementação? A partir dessa questão, estabelece-se como objetivo geral analisar a relação entre redes inteligentes e transformação digital, considerando seus fundamentos, aplicações e impactos.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

A relevância deste estudo justifica-se pela centralidade das redes inteligentes nas estratégias de transição energética, segurança energética e desenvolvimento sustentável. Sistemas elétricos digitalizados e inteligentes são fundamentais para integrar fontes renováveis, responder a eventos extremos e garantir maior flexibilidade operacional. Assim, compreender o papel das redes inteligentes na transformação digital do setor elétrico torna-se essencial para orientar decisões técnicas, regulatórias e políticas.

Ao adotar uma perspectiva analítica e integrada, este estudo busca contribuir para o debate acadêmico e técnico sobre a modernização dos sistemas elétricos, reconhecendo que a transformação digital, materializada nas redes inteligentes, constitui processo contínuo e multidimensional. Dessa forma, reafirma-se que o sucesso das redes inteligentes depende não apenas de avanços tecnológicos, mas de planejamento estratégico, governança eficaz e compromisso com a eficiência, a segurança e a sustentabilidade do setor energético.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

As redes inteligentes, no contexto da transformação digital do setor elétrico, representam uma inflexão paradigmática na forma como a energia elétrica é produzida, transportada, distribuída e consumida. A literatura especializada converge ao reconhecer que a digitalização dos sistemas elétricos não se restringe à incorporação de dispositivos tecnológicos, mas implica uma reorganização estrutural dos processos operacionais, da governança institucional e das relações entre os diversos agentes do setor energético. Nesse sentido, as redes inteligentes configuram-se como sistemas

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

sociotécnicos complexos, nos quais infraestrutura física e camadas digitais operam de forma integrada e interdependente (PAIXÃO; ABAIDE, 2025a).

Do ponto de vista conceitual, as redes inteligentes são definidas como sistemas elétricos capazes de utilizar tecnologias digitais, comunicação bidirecional e automação avançada para monitorar, prever e otimizar o desempenho do sistema em tempo real. Segundo Fang et al., as *smart grids* integram geração, transmissão, distribuição e consumo por meio de tecnologias de informação e comunicação, promovendo maior eficiência, confiabilidade e flexibilidade operacional. Essa definição evidencia que a transformação digital não é acessória, mas constitutiva do funcionamento das redes inteligentes, pois é a partir da digitalização que se viabiliza a gestão dinâmica e adaptativa dos sistemas elétricos contemporâneos.

A transformação digital no setor elétrico está diretamente associada à crescente complexidade dos sistemas energéticos. A expansão das fontes renováveis intermitentes, a descentralização da geração e a eletrificação de novos setores da economia impõem desafios que extrapolam a capacidade de resposta dos modelos tradicionais de operação. Para Gellings, a digitalização das redes elétricas surge como resposta à necessidade de lidar com variabilidade, incerteza e multiplicidade de fluxos energéticos, permitindo que o sistema evolua de uma lógica reativa para uma lógica preditiva e proativa. Assim, as redes inteligentes tornam-se instrumentos centrais para a integração eficiente de fontes renováveis e para a viabilização da transição energética.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Outro eixo fundamental do referencial teórico diz respeito à participação ativa dos consumidores na dinâmica dos sistemas elétricos. A transformação digital viabilizada pelas redes inteligentes redefine o papel tradicional do usuário, que deixa de ser mero consumidor passivo para atuar como *prosumer*, produzindo, armazenando e gerenciando sua própria energia. Parag e Sovacool destacam que essa mudança altera profundamente a governança do setor elétrico, introduzindo novas formas de engajamento, responsabilidade e tomada de decisão. A digitalização, nesse sentido, não apenas otimiza processos técnicos, mas transforma relações sociais e institucionais no setor energético.

A confiabilidade e a resiliência dos sistemas elétricos também ocupam posição central na discussão teórica sobre redes inteligentes. A literatura aponta que a digitalização amplia a capacidade de detecção precoce de falhas, isolamento de contingências e recuperação rápida do sistema após eventos adversos. Panteli e Mancarella argumentam que sistemas elétricos digitalizados apresentam maior resiliência frente a eventos extremos, desde que adequadamente planejados e protegidos. Contudo, essa mesma digitalização introduz novas vulnerabilidades, especialmente relacionadas à cibersegurança, tornando a proteção das infraestruturas críticas componente indispensável da transformação digital. Nesse contexto, a análise e o controle de interrupções em sistemas de distribuição tornam-se essenciais para garantir a continuidade do serviço (PAIXÃO; ABAIDE, 2025b).

No campo regulatório e institucional, a literatura evidencia que a transformação digital do setor elétrico desafia marcos normativos concebidos para sistemas centralizados e pouco flexíveis. Pérez-Arriaga sustenta que a

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

governança das redes inteligentes exige modelos regulatórios capazes de lidar com descentralização, interoperabilidade tecnológica e novos arranjos de mercado. A ausência de regulação adequada pode limitar o potencial das redes inteligentes ou gerar assimetrias no acesso aos benefícios da digitalização.

Por fim, o referencial teórico ressalta que a transformação digital materializada nas redes inteligentes deve ser analisada à luz de princípios de sustentabilidade e justiça social. A digitalização do setor elétrico pode contribuir para a eficiência energética e a redução de impactos ambientais, mas também pode aprofundar desigualdades se não for acompanhada de políticas inclusivas. Assim, autores como Sachs defendem que a inovação tecnológica no setor energético deve estar alinhada a projetos de desenvolvimento sustentável, capazes de articular eficiência técnica, equidade social e proteção ambiental. Dessa forma, as redes inteligentes configuram-se como elemento central da transformação digital, desde que orientadas por planejamento estratégico e governança responsável.

### 3. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir de um delineamento metodológico alinhado ao objetivo de analisar a relação entre redes inteligentes e transformação digital no setor elétrico, considerando seus fundamentos conceituais, aplicações e desafios contemporâneos. Optou-se por uma abordagem qualitativa, por compreender que a transformação digital envolve processos complexos, multidimensionais e historicamente situados, cujos significados e implicações não podem ser adequadamente apreendidos

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

por meio de métodos quantitativos. Conforme Gil, a pesquisa qualitativa é indicada quando se busca compreender fenômenos em sua profundidade, considerando contextos técnicos, institucionais e sociais (GIL, 2019).

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica fundamentou-se na análise de livros, artigos científicos e capítulos de obras publicados em periódicos e editoras de reconhecida relevância acadêmica, nacionais e internacionais, que abordam redes inteligentes, transformação digital, sistemas elétricos e inovação tecnológica no setor energético. Paralelamente, a pesquisa documental envolveu o exame de relatórios técnicos, normas e diretrizes produzidas por organismos internacionais e agências reguladoras, considerados fontes primárias para a compreensão das orientações institucionais e das tendências globais de digitalização do setor elétrico. Lakatos e Marconi destacam que a pesquisa documental amplia a análise ao incorporar documentos que expressam políticas, estratégias e modelos de governança ainda pouco explorados analiticamente (LAKATOS; MARCONI, 2021).

No que se refere aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva. É exploratória porque busca ampliar a compreensão sobre um campo em rápida evolução tecnológica, permitindo maior familiaridade com conceitos, tecnologias emergentes e desafios associados às redes inteligentes. Gil ressalta que pesquisas exploratórias são adequadas quando o objeto de estudo apresenta elevada complexidade e constante atualização (GIL, 2019). Simultaneamente, a pesquisa assume caráter descritivo ao sistematizar características, aplicações e impactos da transformação digital nos sistemas elétricos, sem a pretensão de estabelecer relações causais diretas.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

A constituição do corpus analítico seguiu critérios de relevância temática, atualidade e reconhecimento acadêmico das fontes, priorizando publicações entre 2015 e 2025, sem desconsiderar obras clássicas fundamentais para a compreensão dos sistemas elétricos e da inovação tecnológica. A seleção das fontes foi orientada pelo princípio da intencionalidade teórica, conforme indicado por Lakatos e Marconi, que defendem a pertinência conceitual como critério central em pesquisas qualitativas (LAKATOS; MARCONI, 2021).

Como procedimento de coleta de dados, adotou-se a leitura analítica e interpretativa das fontes selecionadas, realizada em etapas de leitura exploratória, seletiva e crítica. Gil enfatiza que esse procedimento permite identificar conceitos-chave, pressupostos teóricos e convergências analíticas relevantes para a compreensão do fenômeno investigado (GIL, 2019). Os dados foram organizados por meio de fichamentos analíticos, assegurando sistematização e coerência interpretativa.

A técnica de análise empregada foi a análise de conteúdo, por sua adequação à interpretação sistemática de textos acadêmicos e documentos institucionais. Segundo Vergara, a análise de conteúdo consiste em um conjunto de procedimentos rigorosos que permitem inferir significados, organizar categorias analíticas e interpretar discursos de forma coerente (VERGARA, 2021). As categorias analíticas emergiram do próprio material analisado e foram posteriormente articuladas ao referencial teórico, garantindo coerência epistemológica entre método, objeto e análise.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Por fim, ressalta-se que o percurso metodológico adotado reflete uma postura epistemológica crítica, que compreende as redes inteligentes como expressão de um processo mais amplo de transformação digital, condicionado por fatores técnicos, econômicos, regulatórios e sociais. Tal perspectiva assegura rigor científico, transparência metodológica e alinhamento entre os objetivos da pesquisa e as escolhas metodológicas realizadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura científica e dos documentos institucionais evidenciou que as redes inteligentes constituem o núcleo operacional da transformação digital no setor elétrico, promovendo mudanças estruturais que afetam simultaneamente a arquitetura técnica dos sistemas, os modelos de gestão e a governança institucional. Os resultados indicam convergência quanto ao entendimento de que a digitalização das redes elétricas não representa mera atualização tecnológica incremental, mas um processo de reconfiguração profunda dos sistemas elétricos, capaz de alterar fluxos de energia, informação e tomada de decisão.

Um dos principais achados refere-se ao fortalecimento da capacidade de monitoramento e controle em tempo real proporcionado pelas redes inteligentes. A incorporação de sensores, sistemas de automação e plataformas de análise de dados amplia significativamente a visibilidade operacional das redes elétricas, permitindo identificar falhas com maior rapidez, reduzir tempos de interrupção e otimizar o uso dos ativos. A literatura analisada converge ao apontar que essa capacidade de resposta

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

aprimorada contribui diretamente para o aumento da confiabilidade e da eficiência do sistema elétrico, especialmente em contextos de elevada complexidade e variabilidade da oferta e da demanda.

Outro resultado relevante diz respeito à integração de fontes renováveis e à descentralização da geração. Os estudos indicam que as redes inteligentes são fundamentais para viabilizar a inserção de fontes intermitentes, como a solar e a eólica, ao permitir maior flexibilidade operacional e coordenação entre diferentes pontos de geração e consumo. A digitalização possibilita prever variações de carga, gerenciar fluxos bidirecionais de energia e equilibrar o sistema em tempo real. Contudo, a literatura também destaca que a integração eficiente dessas fontes depende de investimentos contínuos em infraestrutura digital e de estratégias avançadas de armazenamento e gestão da demanda. Nesse sentido, a utilização de microrredes que combinam fontes fotovoltaica, eólica e sistemas de armazenamento apresenta-se como uma solução promissora para a integração de renováveis e a recarga de veículos elétricos (PAIXÃO et al., 2023).

A transformação digital promovida pelas redes inteligentes também redefine o papel dos consumidores no sistema elétrico. Os resultados apontam que a disseminação de medidores inteligentes e sistemas de resposta à demanda favorece a participação ativa dos usuários, que passam a gerenciar seu consumo, produzir energia e interagir de forma mais dinâmica com a rede. Essa mudança contribui para maior eficiência energética e potencial redução de custos, mas também impõe desafios relacionados à capacitação dos consumidores, à proteção de dados e à equidade no acesso às tecnologias digitais.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

No campo institucional, os achados evidenciam que a transformação digital desafia marcos regulatórios tradicionais, concebidos para sistemas centralizados e com baixa interação entre os agentes. A literatura analisada aponta que a ausência de regulação adequada pode limitar o aproveitamento pleno das redes inteligentes ou gerar insegurança jurídica. Assim, observa-se consenso quanto à necessidade de modelos regulatórios mais flexíveis, capazes de lidar com interoperabilidade tecnológica, novos modelos de negócio e a crescente participação de agentes distribuídos no sistema elétrico.

A cibersegurança emergiu como um dos eixos críticos mais recorrentes nos estudos analisados. A crescente digitalização amplia a superfície de ataque das redes elétricas, tornando-as vulneráveis a ameaças cibernéticas com potencial de gerar impactos sistêmicos. Os resultados indicam que, embora as redes inteligentes aumentem a eficiência e a resiliência operacional, elas também exigem estratégias robustas de segurança da informação, integradas desde a fase de planejamento até a operação cotidiana. Esse achado reforça a compreensão de que a transformação digital deve ser acompanhada por abordagens multidisciplinares que articulem engenharia elétrica, tecnologia da informação e gestão de riscos. A Internet das Coisas (IoT), enquanto tecnologia habilitadora das smart grids, introduz novos desafios de segurança e interoperabilidade que devem ser endereçados no projeto dessas redes (PAIXÃO, 2025c).

De modo geral, os resultados revelam convergência na literatura quanto ao potencial transformador das redes inteligentes, mas também evidenciam divergências relacionadas aos ritmos e às estratégias de implementação.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Enquanto alguns estudos enfatizam ganhos rápidos de eficiência e confiabilidade, outros alertam para os riscos de adoção fragmentada, sem planejamento integrado e sem alinhamento institucional. A discussão dos achados confirma que a transformação digital do setor elétrico, materializada nas redes inteligentes, constitui processo complexo e contínuo, cujos benefícios dependem da articulação entre tecnologia, regulação, investimentos e capacitação profissional.

## 5. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu analisar, de forma crítica e fundamentada, a relação entre redes inteligentes e transformação digital no setor elétrico, evidenciando que esse processo representa uma mudança estrutural na forma como os sistemas elétricos são concebidos, operados e governados. Os objetivos propostos foram plenamente alcançados, uma vez que se identificaram os fundamentos conceituais das redes inteligentes, analisaram-se seus principais impactos técnicos e institucionais e discutiram-se os desafios que condicionam sua implementação no contexto contemporâneo.

Os resultados confirmaram a hipótese de que a transformação digital, materializada nas redes inteligentes, é condição indispensável para enfrentar os desafios do setor elétrico no século XXI, como a integração de fontes renováveis, o aumento da demanda por confiabilidade e a necessidade de maior eficiência operacional. A digitalização amplia a capacidade de monitoramento, controle e tomada de decisão em tempo real, fortalecendo a resiliência dos sistemas elétricos e viabilizando novos modelos de participação dos consumidores. Contudo, o estudo também evidenciou que

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

tais benefícios não se concretizam automaticamente, dependendo de planejamento estratégico, investimentos consistentes e governança eficaz.

Do ponto de vista teórico, a pesquisa contribui para consolidar a compreensão das redes inteligentes como sistemas sociotécnicos complexos, nos quais infraestrutura física e camadas digitais operam de forma integrada. Ao articular diferentes abordagens da literatura, o estudo reforça que a transformação digital no setor elétrico não deve ser reduzida a uma agenda tecnológica, mas compreendida como processo que envolve mudanças institucionais, regulatórias e sociais.

No plano prático, os achados oferecem subsídios relevantes para formuladores de políticas públicas, reguladores e operadores do sistema elétrico, ao destacar a necessidade de marcos regulatórios adaptativos, estratégias robustas de cibersegurança e programas de qualificação profissional. Destaca-se, ainda, a importância de políticas inclusivas que assegurem que os benefícios das redes inteligentes sejam distribuídos de forma equitativa, evitando a ampliação de desigualdades digitais e energéticas.

Reconhecem-se como limitações do estudo sua natureza bibliográfica e documental, que não permite avaliar empiricamente o desempenho das redes inteligentes em contextos operacionais específicos. Essa limitação, entretanto, aponta para a necessidade de pesquisas futuras que investiguem estudos de caso, análises comparativas e avaliações empíricas da implementação das redes inteligentes em diferentes realidades nacionais e regionais.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Como perspectivas para investigações futuras, sugere-se o aprofundamento de estudos sobre cibersegurança em redes elétricas digitalizadas, interoperabilidade entre sistemas tecnológicos, impactos sociais da digitalização e modelos regulatórios inovadores. Conclui-se, portanto, que as redes inteligentes se configuram como eixo central da transformação digital no setor elétrico, exigindo visão sistêmica, governança estratégica e compromisso com a eficiência, a segurança e a sustentabilidade dos sistemas energéticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FANG, Xi et al. Smart grid – the new and improved power grid: a survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, v. 14, n. 4, p. 944–980, 2018.

GELLINGS, Clark W. *The smart grid: enabling energy efficiency and demand response*. Boca Raton: CRC Press, 2015.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MO, Yilin et al. Cyber–physical security of a smart grid infrastructure. *Proceedings of the IEEE*, v. 100, n. 1, p. 195–209, 2018.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. **Redes elétricas inteligentes & smart grids**. In: Caminhos da Pesquisa Multidisciplinar. 1. ed. Curitiba: Aurum

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Editora Ltda, 2025a. p. 25-35.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. **Análise e controle de interrupções em sistemas de distribuição de energia elétrica.** In: Inovações Multidisciplinares na Engenharia. 1. ed. Aurum Editora Ltda, 2025b. p. 36-44.

PAIXÃO, J. L. **Internet das Coisas (IoT): conceitos, desafios e aplicações no contexto das redes elétricas inteligentes.** In: Inovações Multidisciplinares na Engenharia. 1. ed. Aurum Editora Ltda, 2025c. p. 1-11.

PAIXÃO, J. L. **Sistemas elétricos e inovação tecnológica.** Revista Tópicos, v. 3, p. 1-29, 2025.

PAIXÃO, J. L. et al. **Microrrede com FV, eólica e baterias para recarga de veículos elétricos.** Fotovolt, v. 1, p. 28, 2023.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R.; SAUSEN, J. P. **Estimação da probabilidade de integração de microgeração fotovoltaica utilizando lógica fuzzy.** In: IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America 2019, 2019, Gramado. Anais do ISGT LA 2019, 2019.

PANTELI, Mathaios; MANCARELLA, Pierluigi. The grid: stronger, bigger, smarter? Presenting a conceptual framework of power system resilience. *IEEE Power and Energy Magazine*, v. 13, n. 3, p. 58–66, 2015.

PARAG, Yael; SOVACOOL, Benjamin K. Electricity market design for the prosumer era. *Nature Energy*, v. 1, n. 4, p. 1–6, 2016.

# REVISTA TÓPICOS

---

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

PÉREZ-ARRIAGA, Ignacio J. *Regulation of the power sector*. London: Springer, 2014.

VERGARA, Sylvia Constant. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Elétrica. Especialista em áreas da Educação e relacionadas à Engenharia Elétrica. Bacharel em Engenharia Elétrica, licenciado em Matemática, Física, Pedagogia e em Formação de professores para a EPT. Foi aluno de IC, atuou como professor na EBTT e participou de vários projetos de P&D. Atualmente, é pesquisador e doutorando em Engenharia Elétrica. E-mail: [joelson.paixao@hotmail.com](mailto:joelson.paixao@hotmail.com)