

BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DAS REDES INTELIGENTES NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

BENEFITS OF USING SMART GRIDS IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION SYSTEM

Petterson da Silva de Souza¹
João Paulo Bitterncourt da Silveira Duarte²

RESUMO: Atualmente o setor elétrico do mundo inteiro está vivenciando uma grande evolução tecnológica, com o aparecimento de um novo modelo de geração, distribuição e transmissão de energia conhecido como *Smart Grid* (Rede Inteligente), que utiliza a inserção da tecnologia da informação, comunicação e eletrônica no sistema de rede elétrica, por meio de dispositivos inteligentes, que otimizam o controle e a operacionalidade das concessionárias geradoras de energia elétrica. O objetivo do presente estudo foi estudar os benefícios das *Smart Grids* no sistema de distribuição de energia elétrica. Para tanto realizou-se uma revisão de literatura descritiva, onde se buscou autores que fundamentassem o objetivo proposto. O estudo observou que a utilização do modelo *Smart Grid* irá permitir que as concessionárias de energia elétrica tenham uma melhor eficiência operacional, e maximização do sistema de distribuição de energia elétrica. Já os consumidores têm a possibilidade de acompanhar em tempo real seu consumo e, também, de projetar os seus gastos.

582

Palavras-Chave: Smart Grid. Energia Elétrica. Tecnologias.

ABSTRACT: Currently, the electric sector around the world is experiencing a great technological evolution, with the emergence of a new model of generation, distribution and transmission of energy known as *Smart Grid*, which uses the insertion of information, communication and electronic technology. in the electrical grid system, through intelligent devices, which optimize the control and operation of the electricity generating concessionaires. The objective of the present study was to study the benefits of *Smart Grids* in the electricity distribution system. Therefore, a descriptive literature review was carried out, where authors were sought to support the proposed objective. The study observed that the use of the *Smart Grid* model will allow electric energy concessionaires to have a better operational efficiency, and maximization of the electric energy distribution system. Consumers, on the other hand, have the possibility to monitor their consumption in real time and also to project their expenses.

Keywords: SmartGrid. Electricity. Technologies.

¹ Universidade de Vassouras, Vassouras – RJ, Brasil. Email: petterson_s_souza@outlook.com.

² Docente Assistente da Universidade de Medicina de Vassouras, Vassouras – RJ, Brasil.

INTRODUÇÃO

O crescente consumo de energia elétrica no Brasil vem estimulando o crescimento econômico industrial e comercial, trazendo consigo uma série de questionamentos sobre a maneira de como essa demanda continuará a ser suprida.

Há muitos anos o termo *Smart Grid* vem sendo debatido no Brasil, objetivando-se uma formalização de padrões e normas para a adoção deste novo modelo de geração e distribuição de energia elétrica no país (Ribeiro, 2011).

Smart Grids (Redes Inteligentes) tratam-se de sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica que utilizam recursos tecnológicos da informação, sendo, portanto inovadoras, com elevado grau de automação, levando uma maior eficiência operacional, quando comparadas aos sistemas convencionais (Barreto; Pereira & Costa, 2018).

Cabe destacar que a temática *Smart Grid* tem se expandido no mundo todo, fazendo com que novas tecnologias apareçam diante deste novo panorama, objetivando a criação de um sistema bem mais interligado, principalmente porque “os consumidores nos sistemas podem também se tornar geradores, a partir do uso de tecnologias de geração que utilizam fontes alternativas de energia” (Barros, 2018, p. 13).

O Objetivo Geral do artigo foi estudar os benefícios das Smart Grids no sistema de distribuição de energia elétrica. Para tanto realizou-se uma revisão de literatura descritiva, onde se buscou autores que fundamentassem o objetivo proposto.

O estudo se justifica, pois, o conceito de Smart Grids é complexo e amplo, englobando várias tecnologias, como meios de telecomunicação, medidores inteligentes, geração distribuída, automação de rede, entre outros. Assim quando se incorpora essa diversificação tecnológica à infraestrutura dos sistemas de energia elétrica, se estará trazendo benefícios não só para os consumidores, como também para as distribuidoras e a sociedade em geral.

Neste sentido, acredita-se que estudos devam ser desenvolvidos pois está sendo criado um novo tempo no setor de energia elétrica, onde se adiciona às redes um elevado nível de automação e tecnologia, tornando-as mais inteligentes, possibilitando que tarefas bem complexas, que demandam de muito tempo para serem efetuadas, possam ser realizadas em

intervalos de tempo muito curto, por meio de tecnologias avançadas “de detecção, controle, medição, monitoramento e gerenciamento” (Barreto; Pereira & Costa, 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa e natureza descritiva. De acordo com Gil (2022) a pesquisa bibliográfica é o primeiro passo dado na efetivação do processo de investigação, ou seja, após a escolha de determinado tema, é imprescindível a realização de uma revisão de literatura. Através dela pode-se identificar, compreender, localizar, compilar e fichar as informações e ideias mais importantes para a consecução do texto a ser desenvolvido.

A coleta de dados foi realizada em Bases de Dados Virtuais, como *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Scholar e Periódicos CAPES, no período de abril-maio de 2022.

Utilizou-se, na estratégia da pesquisa, os seguintes descritores: “Smart Grids” “Benefícios das Smart Grids para a distribuição de energia”; e as seguintes *Keywords*: “Smart Grids”, “*Benefits of using smart grids in the electricity distribution system*”, ficando estabelecido como critérios de inclusão, textos completos, escritos em português ou inglês, que abordassem a temática estabelecida, publicados nos últimos 13 anos (2009-2022). E, como critérios de exclusão os textos não apresentados integralmente, escritos em idiomas que não fosse português e inglês, que não atendessem claramente ao objetivo proposto, e os anteriores à 2009.

584

RESULTADOS

Feita a associação de todos os descritores nas bases pesquisadas foram encontrados trinta e três (33) artigos, 18 artigos integraram os critérios de inclusão, 6 artigos, no entanto, foram descartados por não serem totalmente compatíveis com o assunto em discussão, totalizando doze (12) artigos. Foram selecionados 3 artigos na Base de Dados SciELO, 6 artigos na Base de Dados Periódicos CAPES, e, 3 artigos no Google Scholar.

O Quadro 1 apresenta os estudos selecionados a partir do número, autor, país, ano de publicação, objetivo, resultados principais e tipo de estudo. Os artigos são apresentados por ordem cronológica.

Quadro 1: Caracterização dos artigos primários incluídos no estudo

Nº	Autor	País/ Ano	Objetivo	Principais Resultados	Tipo de Estudo
01	Falcão	Brasil 2009	Introduzir o tema <i>Smart Grid</i> e Microredes, apresentando os seus impactos no desenvolvimento dos sistemas de energia elétrica.	Apesar de terem sido introduzidos recentemente, esses novos conceitos, já se colocam como alternativas reais para a otimização da qualidade de fornecimento de energia elétrica.	Revisão crítica.
02	Saint	USA 2009	Rever os valores e características de uma Rede Inteligente como definido pelo Departamento de Energia; descrever algumas das tecnologias de <i>Smart Grid</i> disponíveis hoje para uso em sistemas de distribuição rural.	A Lei de Independência e Segurança de Energia necessita assumir o compromisso de que todas as concessionárias devem considerar as tecnologias de rede inteligente ao fazer investimentos e melhorias no sistema.	Revisão bibliográfica descritiva.
03	Potter	USA 2009	Propor que melhorias significativas podem ser feitas nas operações de uma rede inteligente, fornecendo informações sobre o provável comportamento das energias renováveis - por meio de previsões on-line de curto prazo e avaliações de longo prazo.	Um dos desafios fundamentais da operação do sistema de energia é executar um verdadeiro sistema de fornecimento sob demanda que deve ser absolutamente confiável. Felizmente, a <i>Smart Grid</i> tem o potencial de mitigar algumas das dificuldades impostas pelos altos níveis de geração de energia renovável.	Pesquisa de campo.

04	Arnold	USA 2011	Apresentar uma visão geral dos conceitos e propósitos do Smart Grid e o importante papel da tecnologia de comunicação em seu desenvolvimento.	A <i>Smart Grid</i> foi citada pela Academia Nacional de Engenharia como a conquista suprema da engenharia do final do século 20. A energia elétrica acessível e confiável é fundamental para a sociedade e a economia modernas. Com a aplicação generalizada de eletrônicos e microprocessadores, energia elétrica confiável e de alta qualidade está se tornando cada vez mais importante.	Pesquisa exploratória.
05	Ribeiro	Brasil 2011	Discutir a formulação de um marco regulatório para a Smart Grid, por meio do uso racional dos recursos energéticos.	A adoção de Smart Grids é um caminho inevitável para todo país que tenha como projeto um caminho para o desenvolvimento econômico, que atenda aos imperativos de competitividade industrial, uso racional dos recursos naturais, eficiência energética e responsabilização social do indivíduo pelo consumo de energia.	Revisão bibliográfica descritiva.
06	Pereira	Brasil 2013	Explicar o funcionamento do fluxo de dados dentro do conceito Smart Grid, apresentando tecnologias, desafios e possibilidades em cada setor de monitoramento da rede inteligente.	O setor elétrico está diante de uma evolução tecnológica capaz de proporcionar grandes benefícios aos fornecedores de energia elétrica, consumidores e meio	Revisão bibliográfica descritiva.

				ambiente com a modernização do sistema elétrico de energia.	
07	Facari	Brasil 2015	Esclarecer o entendimento da estrutura das Smart Grids, apresentando os benefícios em termo de eficiência e transparência energética, os pontos relevantes que facilitarão o controle e gerenciamento, tanto para consumidores industriais como residenciais.	Com a <i>Smart Grid</i> vai-se trabalhar com o que existe de mais moderno no mundo em relação ao gerenciamento elétrico. Além disso, adota-se um pensamento socioambiental, pois as redes inteligentes não visam somente o setor econômico mas também a conservação dos recursos naturais.	Revisão bibliográfica descritiva.
08	Leite	Brasil 2017	Realizar o estudo da motivação e tendência de implantação das Smart Grids no sistema elétrico de distribuição brasileiro, visando indicar uma possível melhoria dos indicadores de qualidade.	A adoção de uma <i>Smart Grid</i> apresenta melhorias para o sistema, propondo um maior gerenciamento da rede, conforto, confiabilidade e segurança com o melhoramento dos indicadores de qualidade.	Revisão bibliográfica descritiva.
09	Barreto	Brasil 2018	Apresentar os benefícios das <i>Smart Grids</i> seus desafios e perspectivas.	Existem muitos benefícios quantificáveis e não quantificáveis para a sociedade, consumidores e distribuidoras. No entanto, para as distribuidoras os benefícios financeiros diretos estão associados principalmente aos custos evitados e a receita adicional.	Estudo de caso

10	Barros	Brasil 2018	Fazer uma análise geral, destacando a importância da aplicação da tecnologia <i>Smart Grid</i> para os consumidores e as concessionárias de energia elétrica do Brasil.	As <i>Smart Grids</i> estão transformando o modo como o setor elétrico atua. Sua prática traz o desafio da modernização de toda a estrutura regulatória brasileira.	Revisão bibliográfica descritiva
11	Chagas	Brasil 2020	Analisar os benefícios de implantação das <i>Smart Grids</i> para o desenvolvimento energético brasileiro.	A implantação das <i>Smart Grids</i> representa uma oportunidade única de aumentar a eficiência energética e melhorar a infraestrutura de rede existente. Além disso, o projeto dessas redes não se baseia em uma única opção, mas num ajuste de múltiplas tecnologias. Para o Brasil, ainda não existe conclusão sobre os custos e benefícios reais das <i>Smart Grids</i> .	Revisão bibliográfica descritiva
12	Ramos	Brasil 2020	avaliar a atratividade da implementação das <i>Smart Grids</i> sob a ótica da concessionária de distribuição de energia elétrica no Brasil.	Os resultados demonstraram que a implementação das <i>Smart Grids</i> gera impactos expressivos especialmente para a redução do furto de energia elétrica e dos custos operacionais associados às atividades de leitura.	Estudo de caso

Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

DISCUSSÃO

Através dos trabalhos incluídos, constatou-se que três (3) artigos foram publicados em inglês, nove (9) artigos em português. No que concerne ao ano de publicação verificou-se que três (3) artigos foram publicados em (2009), dois (2) artigos em 2011, um artigo (1) em 2013, um (1) artigo em 2015, um (1) artigo em 2017, dois (2) artigos em 2018 e, dois (2) artigos em 2020. No tocante aos tipos de estudo, observou-se que a maioria dos estudos são descritivos. Sobre o tipo de abordagem metodológica, grande parte configurou-se de natureza qualitativa.

Após a análise da literatura um tópico surgiu para a discussão dos resultados: benefícios da utilização das redes inteligentes na distribuição de energia elétrica.

As *Smart Grids* podem ser compreendidas como um conjunto de tecnologias que fazem com que a rede de distribuição de energia elétrica possa ser agilizada, mais observada, controlada, automatizada e resiliente (Arnold, 2011; Pereira; Oliveira & Shinoda, 2013; Leite, 2017). Faz uma transformação no modo de geração da energia, na sua distribuição e consumo, oferecendo aos clientes a possibilidade de monitoramento e controle do seu consumo de energia (Potter, 2009; Falcão, 2009; Facari; Santos & Sanchez, 2015; Barreto, 2018).

589

De acordo com Saint (2009) o conceito *Smart Grid* pode ser aplicado a todo o sistema elétrico, ou seja, na geração, transmissão, distribuição e consumo, desde pequenas residências a complexos industriais, principalmente em sistemas de distribuição de classe 15 kV e 25 kV.

Falcão (2009) avalia que esse conceito busca estimular o consumo de energia elétrica de uma maneira mais racional, por meio da maximização do sistema elétrico de distribuição e transmissão, e da redução das perdas de energia. Tais objetivos, podem ser obtidos, ainda segundo o autor, através do uso de tecnologias já utilizadas em empresas elétricas com o acréscimo de recursos da comunicação e controle do ótimo funcionamento da rede elétrica, aplicando-se e integrando as tecnologias da comunicação, eletrônica e informática, para que se possa supervisionar e controlar eficazmente as macroredes (*macrogrids*) e as microredes (*microgrids*).

Entre as tecnologias que podem ser aplicadas, destacam-se: plug-in de veículos elétricos, plug-in de veículos elétricos e híbridos, fazer medição inteligente através de medidores eletrônicos (*Smart Meters*), gerenciar a iluminação pública, automatizar e interconectar a geração

distribuída, principalmente a solar e a eólica (Saint, 2009, Chagas; Cavallari & Souza 2020; Ramos, 2020).

Pode-se observar na Figura 1 a diferença entre o arquétipo da rede elétrica tradicional, e de uma *Smart Grid*, destacando-se duas vias: o fluxo de energia e comunicação. As *Smart Grids* possibilitam que o sistema elétrico seja monitorado, objetivando que os recursos sejam otimizados, auxiliando também na prevenção e correção de falhas eventuais que podem ocorrer neste sistema (Ribeiro, 2011, Saint, 2009; Pereira; Oliveira & Shinoda, 2013; Facari; Santos & Sanchez, 2015; Ramos, 2020).



Figura 1 - Comparação entre rede elétrica tradicional e rede elétrica inteligente.

Fonte: Pereira; Oliveira & Shinoda (2013).

Outro ponto que deve ser destacado quando se busca justificar o desenvolvimento do modelo *Smart Grid* é a sua finalidade de procurar constantemente uma melhor qualidade de energia fundamentada na alta confiabilidade. Além disso, otimiza o uso dos equipamentos do sistema elétrico, como cabos, transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras, entre outros, minimiza os custos de operação e manutenção de todo o sistema (principalmente o gasto com equipe de manutenção), autodiagnostica e autorrepara a rede elétrica diante dos problemas

identificados no circuito elétrico, possui religadores (*hardwares* que processam e atuam junto à rede elétrica), conexões e sensores com a Internet, armazena energia, é resistente a ataques cibernéticos (Arnold, 2011; Barros, 2018; Chagas; Cavallari & Souza, 2020; Ramos, 2020).

Dessa maneira, a *Smart Grid* tem o poder de alterar processos de planejamento e operação de sistemas distribuidores e geradores de energia elétrica, padrões de consumo, trazendo como grande inovação os medidores eletrônicos, que irão possibilitar a adoção de modelos tarifários mais modernos, com capacidade de transformar o comportamento da população consumidora de energia elétrica (Leite, 2017; Ramos, 2020).

Barros (2020) e Ramos (2020) descrevem que a transição da distribuição de energia elétrica para o modelo *Smart Grid* irá ocorrer de maneira gradual, tendo que primeiramente se implantar os medidores inteligentes nas unidades que consomem baixa tensão, possibilitando que as distribuidoras de energia elétrica façam a leitura dos medidores de maneira automática e remota.

Os consumidores, por sua vez, com a implantação das *Smart Grids* terão a possibilidade de visualizar em tempo real os parâmetros de rede, assim como os indicadores de qualidade da energia que estão consumindo, e também visualizarem o valor da energia usufruída em tempo real. Assim, os consumidores poderão fazer um planejamento da utilização de seus equipamentos no decorrer do dia, agenciando um deslocamento de carga, buscando uma redução do valor da sua fatura mensal (Barreto, 2018; Chagas; Cavallari; & Souza, 2020).

CONCLUSÃO

O setor elétrico encontra-se frente a uma evolução tecnológica que pode proporcionar muitos benefícios a fornecedores, consumidores e ao meio ambiente, através da utilização das *Smart Grids*.

A utilização do modelo *Smart Grid* irá permitir que as concessionárias de energia elétrica tenham uma melhor eficiência operacional, um melhor atendimento aos clientes consumidores, uma promoção positiva do uso racional de energia elétrica, uma promoção do deslocamento de carga, especialmente nos horários de maior consumo, uma redução nos custos operacionais, a agilização da geração de fatura, a redução de perdas durante a transmissão e distribuição de energia, principalmente àquelas ligadas a extravios de energia elétrica e, a maximização do

sistema de distribuição de energia elétrica. Já os consumidores têm a possibilidade de acompanhar em tempo real seu consumo e também de projetarem os seus gastos.

São muitos os benefícios, mas também são muitos os desafios. Neste entendimento sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos, principalmente mais estudos de caso sobre a implementação das *Smart Grids* no sistema de distribuição de energia elétrica, procurando-se entender melhor como cada tecnologia pode ser aplicada para que sua utilização seja uma solução realmente eficaz.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, G. W. Challenges and Opportunities in Smart Grid: A Position Article. *IEEE*, v. 99, n. 6, p. 922 - 927, 2011.

BARRETO, A.; Pereira, G.; Costa, I. Como quantificar os benefícios das redes inteligentes: desafios e perspectivas. *Caderno Opinião*, Fundação Getúlio Vargas, 2018.

BARROS, E. M. Redes elétricas inteligentes (Smart Grid): eficiência no consumo de energia. 2018. 30 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Pitágoras, São Luís, 2018.

CHAGAS, G. F.; Cavallari, K. B.; Souza, P. D. L. A inclusão da tecnologia da Smart Grid para o desenvolvimento do Brasil. *Revista eSALENG – Revista eletrônica das Engenharias do UniSALESIANO – Vol.9. no. 1, 142-159, 2020.*

FACARI, F.; Santos, I.; Sanchez, G. Smart Grid: uma nova forma de controle de Energia Elétrica. *Rev. de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia*, 2(1): 15-22, 2015.

FALCÃO, D. M. Smart Grid e Microredes: o futuro já é presente. In: *VIII Simpósio de automação de sistemas elétricos – SIMPASE*, Rio de Janeiro, Brasil. 09 a 14 ago. 2009.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2022.

LEITE, J. V.; Cruz, A. F. S. Estudo e aplicação da Smart Grid no sistema elétrico de distribuição brasileiro. *UIFACS*, v. 16, n.3, 1517-2112, 2017.

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.

POTTER, C. Archambault, A; Westrick, K. Building a smarter smart grid through better renewable energy. In: *Power Systems Conference and Exposition*, p. 1-5, mar. 2009.

RAMOS, A. A. *Avaliação da Atividade da Implantação das Redes Inteligentes para as Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica: o caso da CEB*. Dissertação Mestrado. 2020, 72 fl. Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

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.

SAINT, B. Rural Distribution System Planning Using Smart Grid Technologies. *Rural Electric Power Conference (REPC '09)*, p. B3-1 - B3-8, 2009.