



# APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NA COMERCIALIZAÇÃO DIRETA DE ENERGIA ELÉTRICA JUNTO COM AGÊNCIAS REGULADORAS

**Palavras-Chave:** Blockchain, Energia Elétrica, Agências Reguladoras

**Autores(as):**

**ISABELLA QUEIROZ CORREA, FCA – UNICAMP**

**Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DE ARRUDA IGNÁCIO (orientador), FCA - UNICAMP**

---

## INTRODUÇÃO:

Atualmente, o setor de energia elétrica está passando por grandes mudanças, tomando rumo em direção a um modelo descarbonizado e descentralizado (MIKA, GOUDZ, 2020; BRILLIANTOVA, THURNER, 2019). No cenário da chamada “transição energética”, busca-se substituir gradualmente o modelo tradicional da cadeia de suprimentos de energia elétrica - dependente de fontes fósseis e centralizado - por sistemas renováveis e distribuídos, que, além de contribuir com a redução de emissão de gases estufa, devem mostrar-se eficientes (BROWN et al., 2019; MIKA, GOUDZ, 2020).

A cadeia de suprimentos de energia elétrica tradicional é caracterizada por um número reduzido de grandes centrais geradoras de energia, que operam longe dos centros urbanos. A estrutura para a produção de energia em grande escala, bem como a necessidade de uma longa rede de transmissão para levar a energia das usinas até o local onde ela será consumida, são muito caras e, uma vez em funcionamento, requerem elevados gastos com manutenção e operação. A questão da distância também implica em inevitáveis perdas ao longo do trajeto, o que acaba encarecendo ainda mais a energia elétrica ao consumidor (PELIELO et al., 2016; BROWN et al., 2019).

A crescente difusão e queda nos preços de dispositivos geradores de energia limpa, ditos *on site*, como painéis solares, está abrindo espaço para os sistemas elétricos descentralizados (SHOMALI; PINKSE, 2015). Nesses sistemas, ao invés de poucos grandes geradores de energia, há muitos geradores menores e mais distribuídos pelo espaço, dentro das próprias comunidades onde a eletricidade será consumida, de modo a reduzir custos de operação e manutenção - já que são estruturas menos complexas - e a distância que a energia tem que percorrer até o local de consumo, minimizando, assim, gastos relacionados a esses fatores (PELIELO et al., 2016).

A implementação desse sistema elétrico descentralizado está ligada à Economia Compartilhada, um modelo econômico pautado no consumo colaborativo entre integrantes de uma comunidade (FRANKENFIELD, 2016). Assim, surge o *prosumer*, ou seja, o consumidor ativo, que

também atua como produtor. Através de sua participação em comércios locais, ou intracomunitários, de energia renovável, os *prosumers* viabilizam esse novo modelo de sistema elétrico descentralizado a partir da venda de energia produzida por eles mesmos (BROWN et al., 2019).

Assim, a pesquisa visa analisar o modelo energético descentralizado com comércio de energia por meio da aplicação do blockchain, pautando as análises pela seguinte questão de pesquisa: a aplicação da tecnologia blockchain permite melhor comercialização de um modelo energético descentralizado?

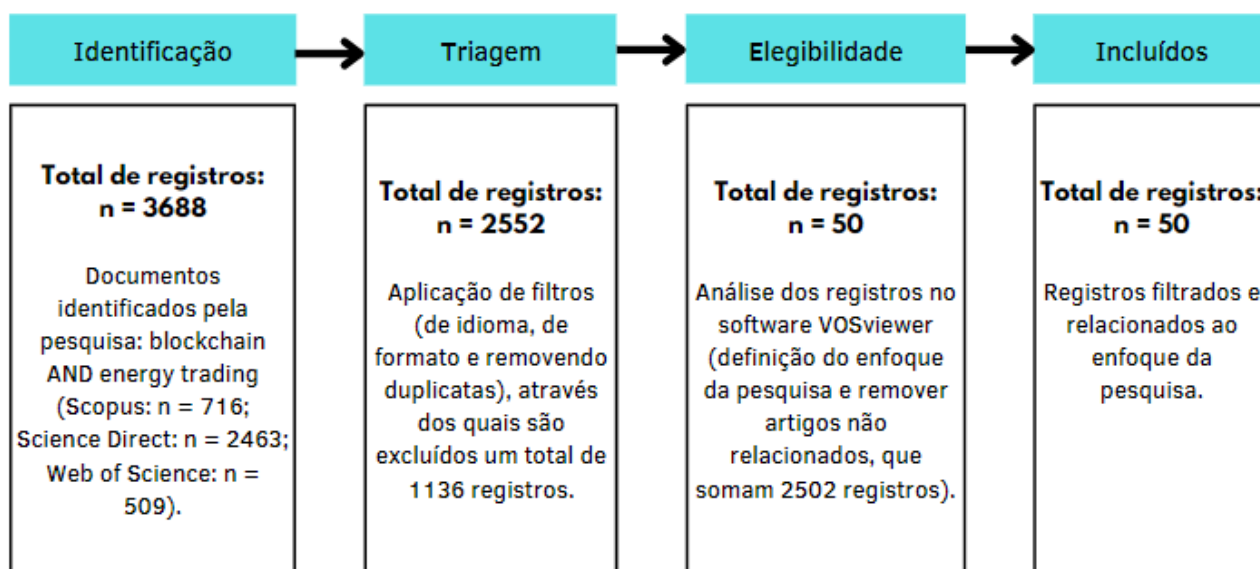
## **METODOLOGIA:**

A idealização deste trabalho é pesquisar como a tecnologia Blockchain permite uma melhor comercialização de um sistema energético descentralizado, com confiabilidade e eficiência. Para isso, foi adotada a sequência de passos disposta a seguir:

- a) Seleção de artigos com as palavras-chave selecionadas nas bases online: Scopus, Science Direct e Web of Science, com a aplicação de filtros de idioma e formato;
- b) Importação de artigos na biblioteca do software Mendeley, através da qual são excluídos resultados duplicados;
- c) Inserção dos artigos no software VOSviewer, onde é feito um mapeamento por cluster de palavra-chave;
- d) Análise, ainda no VOSviewer, das palavras-chave mais relevantes e escolha do enfoque da pesquisa;
- e) Leitura dos artigos selecionados, bem como pesquisas avulsas de outras fontes, quando julgado necessário, para compor a fundamentação teórica do trabalho;
- f) Realização da simulação do comércio *peer-to-peer* de energia elétrica considerando a aplicação da tecnologia *blockchain*;
- g) Elaboração do artigo de pesquisa.

A etapa de revisão sistemática com bibliometria corresponde aos passos a) ao d), e é dada pela decisão do enfoque da pesquisa, bem como a seleção e filtragem de artigos. Para isso, foi utilizado o PRISMA, cuja esquematização, já com os dados da pesquisa, é mostrada na figura 1.

**Figura 1** - Desenho esquemático do PRISMA da pesquisa

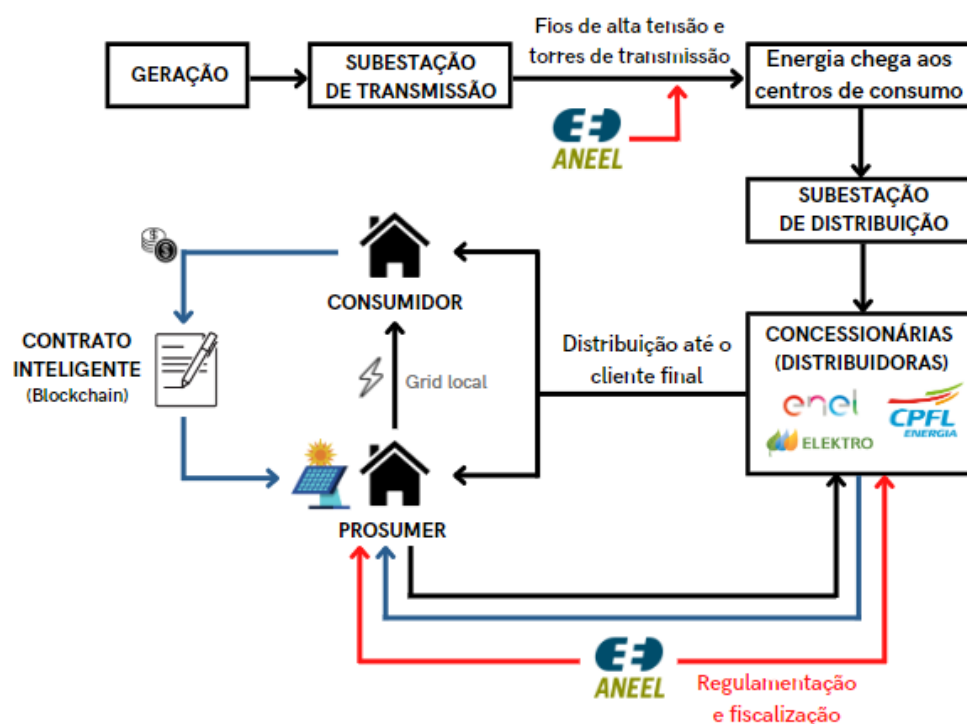


Fonte: Autoria própria (2023)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com a base teórica adquirida a partir do estudo de artigos científicos e outros materiais acerca do tema da pesquisa, foi possível construir um modelo com base nas informações e dados coletados, mostrado na figura 2.

**Figura 2** - Cadeia de suprimentos de energia elétrica considerando a atuação de *prosumers* e a aplicação do Blockchain



Fonte: Autoria própria (2023)

Nesse fluxograma, as setas pretas indicam transferência de energia elétrica; as setas na cor azul indicam transferências financeiras; e as setas em vermelho indicam atividades de regulamentação e fiscalização pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Nesse modelo de cadeia de suprimentos de energia elétrica, é considerada a atuação dos *prosumers* no comércio de eletricidade diretamente entre consumidores (*peer-to-peer*).

Essa dinâmica é viabilizada pela aplicação da tecnologia *blockchain*, visto que a ponte entre consumidor e *prosumer* é firmada pelo estabelecimento de um contrato inteligente entre ambas as partes. O contrato inteligente, nesse contexto, pode conter registros de uma série de informações:

- Identidades de comprador e vendedor;
- Quantidade de energia elétrica disponível para venda;
- Preço da energia elétrica;
- Quantidade de energia elétrica comprada;
- Origem da energia, bem como sua fonte de geração;
- Datas;

Esse modelo de mercado de energia dá ao consumidor maior poder de escolha, ao passo que torna-se possível escolher qual será seu fornecedor de energia. Diversos fatores podem ser relevantes para essa decisão, dependendo das preferências pessoais de cada consumidor. Por exemplo, alguns podem priorizar menores preços, enquanto outros podem querer comprar de um fornecedor em específico. Para os *prosumers*, a alternativa de vender o excedente de energia produzido para as empresas distribuidoras permanece, mas, agora, não como a única opção.

Além dos exemplos mencionados, a fonte de geração de energia torna-se uma informação relevante ao passo que o comprador pode escolher o tipo de energia de sua preferência para consumo. Isso é interessante porque, cada vez mais, a sustentabilidade torna-se uma preocupação da sociedade como um todo, e escolher adquirir energia elétrica de fontes renováveis é um método de redução individual de emissão de carbono.

## **CONCLUSÕES:**

Os resultados deste trabalho respondem à questão de pesquisa, sendo possível concluir que, de fato, o blockchain pode trazer grandes contribuições para um modelo de mercado de energia descentralizado. Isso se dá pelo uso de uma plataforma online, na qual os fornecedores podem anunciar a energia disponível para venda e os compradores podem procurar o fornecedor que melhor lhes convém, sem a necessidade de uma terceira parte mediadora.

As transações são efetivadas através de contratos inteligentes, cujo funcionamento tem como base a tecnologia blockchain. O blockchain garante a segurança e transparência ao longo de todo o processo, sendo fundamental para uma aplicação bem sucedida desse modelo de mercado. Ademais, o blockchain traz melhores possibilidades de gerenciamento e controle sobre a cadeia de suprimentos de energia, ao passo que aumenta a confiança das informações acerca da energia comercializada.

O papel de agências reguladoras é de regulamentação e fiscalização, tanto no mercado de energia tradicional quanto no mercado descentralizado, com aplicação do blockchain, estudado ao longo da pesquisa. Todavia, para o modelo descentralizado, surgem como agentes os *prosumers*, que produzem energia *on site*. Assim, por motivos de segurança e para evitar irregularidades, é preciso que eles também se tornem alvos de fiscalização em suas atividades de produção de energia elétrica.

---

## BIBLIOGRAFIA

BRILLIANTOVA, Vlada; THURNER, Thomas Wolfgang. Blockchain and the future of energy. *Technology in Society*, v. 57, p. 38-45, maio 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.11.001>.

BROWN, Donal; HALL, Stephen; DAVIS, Mark E.. Prosumers in the post subsidy era: an exploration of new prosumer business models in the UK. **Energy Policy**, v. 135, dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110984>.

FRANKENFIELD, Jake; ESTEVEZ, Eric. Collaborative Economy. 2021. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/c/collaborative-economy.asp>. Acesso em: 09 abr. 2022.

MIKA, Bartek; GOUDZ, Alexander. Blockchain-technology in the energy industry: blockchain as a driver of the energy revolution? With focus on the situation in Germany. **Energy Systems**, v. 12, p. 285-355, maio 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12667-020-00391-y>.

PELIELO, Gabriel; ACCÁCIO, Rafael; MOYSÉS, Rodrigo. Smart Grid - Redes Inteligentes. 2016. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2016-1/16\\_1/smartgrid/](https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2016-1/16_1/smartgrid/). Acesso em: 07 jun. 2022.

SHOMALI, Azadeh; PINKSE, Jonatan. The consequences of smart grids for the business model of electricity firms. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 3830-3841, jan. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.078>.