



O uso da Inteligência Artificial para gestão de energia nas cidades inteligentes

The use of Artificial Intelligence for energy management in smart cities

Renan Azevedo Luz¹, Pedro Henrique Ribeiro Timoteo², Regina Negri Pagani³

RESUMO

O artigo destaca a importância da inteligência artificial (IA) na otimização da geração e armazenamento de energia em cidades inteligentes, visando melhorar a qualidade de vida urbana e reduzir os impactos ambientais. O artigo também fornece exemplos concretos de aplicações da IA nesse contexto, demonstrando seu potencial impacto positivo. A IA desempenha um papel vital na gestão de energias renováveis, permitindo a previsão precisa da geração eólica e solar por exemplo, o monitoramento em tempo real do consumo de energia e a identificação de áreas de alto consumo. Isso resulta em uma alocação mais eficiente dos recursos energéticos, reduzindo o desperdício e as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a IA contribui para a redução da dependência de fontes não renováveis, diminuindo a pegada de carbono e viabilizando estratégias eficazes de armazenamento de energia. Em resumo, a IA desempenha um papel crucial na transição para um ambiente urbano mais sustentável e eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: cidades inteligentes, energia renovável, inteligência artificial IA.

ABSTRACT

The article highlights the importance of artificial intelligence (AI) in optimizing energy generation and storage in smart cities, aiming to improve the quality of urban life and reduce environmental impacts. The article also provides concrete examples of AI applications in this context, demonstrating its potential positive impact. AI plays a vital role in renewable energy management, enabling accurate forecasting of wind and solar generation, for example, real-time monitoring of energy consumption and identification of high consumption areas. This results in a more efficient allocation of energy resources, reducing waste and greenhouse gas emissions. Furthermore, AI contributes to reducing dependence on non-renewable sources, reducing the carbon footprint and enabling effective energy storage strategies. In short, AI plays a crucial role in the transition to a more sustainable and efficient urban environment.

KEYWORDS: smart cities, renewable energy, artificial intelligence AI.

1. INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis são os principais culpados pelo aquecimento global, mas a introdução de fontes de energia renovável, como solar, eólica, biomassa, entre outras, é uma estratégia fundamental para reduzir as emissões de CO₂. As nações desenvolvidas buscam adotar essas fontes de energia conforme as metas estabelecidas no Protocolo de Kyoto revisado e na COP 26. Apesar dos esforços, as emissões de CO₂ ainda estão em

¹ Bolsista do Programa Institucional de Extensão PROREC/PROGRAD. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: renanazevedo@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7305650375352450>.

² Bolsista do Programa Institucional de Extensão PROREC/PROGRAD. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: pedrotimoteo@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4826922970893162>.

³ Docente no Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção (DAENP) e Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: reginapagani@utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7472869600330564>.



níveis preocupantes, com um pequeno declínio após a pandemia, mostrando a necessidade contínua de ações mais abrangentes (Carvalho, 2022).

Nesta perspectiva, a inteligência artificial (IA) é extremamente importante. Aumenta a eficiência da rede elétrica e otimiza a integração das energias renováveis na matriz energética urbana, também prevê a geração de energia com base nas condições meteorológicas (Braz, 2023). Nas cidades inteligentes, a IA também é aplicada à gestão de energia, o que reduz custos e aumenta a eficácia (da Silva Pais, 2015).

Este artigo examina a relação entre inteligência artificial (IA) e energia renovável em cidades inteligentes, enfatizando como isso afeta a sustentabilidade e a eficácia energética.

2. CONSUMO DE ENERGIA NO CONTEXTO DE CIDADES INTELIGENTES

Assim, a gestão eficiente de energia nas aglomerações urbanas é fundamental para garantir o funcionamento sustentável e eficaz de infraestruturas urbanas. No entanto, esse desafio envolve uma série de aspectos complexos, desde a produção até o consumo. A incorporação de sistemas de geração distribuída, como painéis solares em edifícios, é um desafio técnico, mas permite uma produção descentralizada de energia (Lopes, 2015).

Segundo Batty (2013), a transição para fontes de energia renovável desempenha um papel crucial no contexto das Cidades Inteligentes. Para isso, as tecnologias de informação e comunicação (TIC) e a coleta de dados desempenham um papel central na gestão eficiente dessas energias, permitindo a integração de fontes renováveis, como energia solar e eólica, na matriz energética urbana.

2.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Conforme enfrentamos desafios relacionados às mudanças climáticas e à mudança para fontes de energia mais sustentáveis, a sinergia entre as energias renováveis (ER) e a inteligência artificial (IA) se torna cada vez mais crucial. A IA desempenha um papel fundamental na otimização, monitoramento e integração eficiente das fontes de energia renovável, contribuindo para a transição para uma matriz energética mais verde e sustentável (Carboni, 2023).

A inteligência artificial (IA) pode adaptar seu comportamento com base na experiência, analisando dados extensos. Ela desempenha um papel crítico na gestão de sistemas de energia complexos, especialmente com a crescente participação de energias renováveis. A IA é vital para prever condições climáticas e demanda de energia, garantindo a operação eficiente da rede elétrica global (Serban & Lytras, 2020).

Na energia eólica, a IA desempenha um papel crucial na previsão do vento e na otimização do funcionamento das turbinas. Para a energia solar, a ênfase se concentra nos métodos de previsão da radiação solar. A aplicação da IA nesses setores permite uma melhor utilização das fontes renováveis de energia, maximizando sua eficiência e contribuindo para a transição para uma matriz energética mais sustentável (Lemos, 2023).

A rede inteligente no contexto das fontes de energia renováveis, como a energia solar e a eólica, oferece a possibilidade de grandes avanços em vários setores cruciais. Ao avaliar dados históricos e atuais, como radiação solar, temperatura e inclinação do painel solar, a IA tem a capacidade teórica de melhorar as previsões de geração de energia no setor de energia solar (Blaszczak, 2017). Isto é extremamente importante para maximizar



o desempenho dos sistemas fotovoltaicos, diminuindo a variabilidade e facilitando a integração na rede elétrica. Na energia eólica, a inteligência artificial (IA) tem o potencial de maximizar a produção de energia, modificando autonomamente a direção das pás com base nas condições prevalecentes do vento. Além disso, a IA pode melhorar a manutenção preditiva ao detectar possíveis problemas antes que resultem em falhas catastróficas, economizando dinheiro e diminuindo o tempo de inatividade (Saraiva, 2017).

2.2 IA NA GESTÃO ENERGÉTICA

A IA tem sido desenvolvida e aplicada em diversas áreas. Na gestão energética em cidades inteligentes, a utilização da IA é relevante para otimizar o uso de recursos e melhorar a eficiência. O Quadro 1 traz exemplos de como a IA pode ser aplicada neste contexto de cidades inteligentes.

APLICAÇÕES	DESCRIÇÃO	FONTE
Previsão de Demanda de Energia	A empresa IBM utiliza IA em seu sistema IBM Energy Forecast para prever a demanda de energia elétrica, ajudando as empresas de serviços públicos a otimizar a geração e a distribuição de energia.	IBM (2021)
Redes Inteligentes (Smart Grids)	A Enel, uma das maiores empresas de energia do mundo, utiliza IA para monitorar e controlar sua rede elétrica inteligente, melhorando a eficiência operacional e reduzindo as interrupções.	Enel(2023)
Eficiência Energética em Edifícios	A plataforma BuildingIQ usa IA para otimizar sistemas de HVAC em edifícios comerciais, reduzindo o consumo de energia e os custos operacionais.	MathWorks(2023)
	O One Angel Square, em Manchester, Reino Unido, é um edifício corporativo que utiliza tecnologias de automação e controle de energia para maximizar a eficiência energética.	Van (2015)
Armazenamento de Energia	A Tesla utiliza IA em seus sistemas de armazenamento de energia, como o Powerwall, para otimizar o uso de energia solar em residências, armazenando energia durante períodos de baixa demanda.	Tesla (2023)



Iluminação Pública Eficiente	A cidade de Los Angeles implementou um sistema de iluminação pública inteligente que utiliza sensores para ajustar a intensidade da luz de acordo com a demanda, economizando energia.	Businesswire (2016)
------------------------------	--	-----------------------

Esses exemplos demonstram como a inteligência artificial desempenha um papel crucial na gestão energética de cidades inteligentes, fornecendo soluções para melhorar a eficiência energética e reduzindo custos.

Atasoy (2015) destaca que a infraestrutura energética de uma cidade é inquestionavelmente o seu componente mais crucial. Todas as outras operações certamente serão afetadas se ficarem fora de serviço por um longo período. Cidades em todo o mundo estão tentando mudar em resposta a este problema, e uma estratégia que está ganhando popularidade é a conversão para cidades inteligentes.

Uma rede inteligente executa essas três tarefas principais. O primeiro passo é a modernização da infra-estrutura energética através da automação, controle remoto, monitorização, auto-reparação e utilização de microrredes. Em segundo lugar, informa e educa os consumidores sobre a utilização, custos e opções de energia, dando-lhes o conhecimento e as ferramentas necessárias para fazerem escolhas sábias sobre a sua utilização de energia (Maryama, 2013). Sem falar que a rede inteligente permite integrar fontes de energia renováveis e recursos energéticos distribuídos de forma segura e confiável. Todas estas funções ajudam a aumentar a fiabilidade, a sustentabilidade e a resiliência da infraestrutura energética. Assim, uma rede inteligente é, inquestionavelmente, a base de uma cidade inteligente, porque esta não pode concretizar todo o seu potencial sem ela (Carloto, 2023).

De acordo com as conclusões teóricas, a IA pode desempenhar um papel crucial na maximização da produção, armazenamento e distribuição de energia, acelerando a mudança para uma rede energética mais limpa e sustentável, ao mesmo tempo que reduz os resíduos e reduz a dependência de fontes não renováveis.

CONCLUSÕES

Em conclusão, a incorporação da inteligência artificial no gerenciamento de energia elétrica, com foco nas energias renováveis, é uma necessidade presente em nosso esforço contínuo para um futuro mais sustentável. Para atingir esse objetivo, é fundamental estabelecer políticas e incentivos que promovam a implementação de redes inteligentes. Através dessas redes, podemos aprimorar significativamente a eficiência da geração, distribuição e consumo de energia limpa, resultando na redução da poluição ambiental e na viabilização das fontes renováveis em grande escala. Nesse sentido, governos, empresas e instituições desempenham um papel crucial ao fomentar ativamente o avanço da inteligência artificial no setor energético. Ao fazê-lo, estaremos não apenas protegendo o meio ambiente, mas também construindo um futuro mais promissor para as próximas gerações, impulsionado pela eficiência e sustentabilidade energética.



Agradecimentos

A pesquisa recebeu apoio financeiro da UTFPR via Fundação Araucária, e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Brasil.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

Atasoy, T., Akinc, H. E., & Ercin, O. (2015). An analysis on smart grid applications and grid integration of renewable energy systems in smart cities. 2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA).

Batty, M. (2013). Big data, smart cities and city planning. *Dialogues in Human Geography*, 3(3). <https://doi.org/10.1177/2043820613513390>

Braz, J. A. G. (2023). *Predição de velocidade de ventos para geração eólica, utilizando aprendizado de máquina*. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/249029/TCC-JeanAlexsanderGomesBraz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Blaszczak, V. (2017). *ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE PAINEL FOTOVOLTAICO COM SISTEMA TRACKER SEGUIDOR SOLAR*. <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1695/1/BLASZCZAK.pdf>

Businesswire. Los Angeles to Deploy World's Largest Intelligent Street Lighting System. <https://www.businesswire.com/news/home/20160607005148/en/Los-Angeles-Deploy-World%E2%80%99s-Largest-Intelligent-Street-Lighting>

Carboni, C. (2023). *Como a Inteligência Artificial vai contribuir para geração de energia limpa*. UNIVALI. <https://www.univali.br/noticias/Paginas/Como-a-Inteligência-Artificial-vai-contribuir-para-geração-de-energia-limpa.aspx>

Carloto, F. (2023, maio 6). *Redes inteligentes: A revolução tecnológica no setor de energia elétrica*. Inovatec UFSM. <https://www.ufsm.br/orgaos-suplementares/inovatec/2023/06/05/redes-inteligentes-a-revolucao-tecnologica-no-setor-de-energia-eletrica>

Da Silva Pais, A. C. (2015). *Implementação de um sistema de gestão de energia ao edifício do DEM*. <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/38774/3/Implementacao%20do%20sistema%20de%20estao%20de%20energia%20no%20DEM.pdf>

Enel. 3 maneiras pelas quais a IA está acelerando a transição energética. (2023, fevereiro 8). enel. Disponível em: <https://openinnovability.enel.com/pt/midia/insights/2023/02/como-ia-acelera-transicao-energetica>. Acesso em setembro, 2023.

IBM. IBM apresenta software de inteligência ambiental impulsionado por IA para ajudar as empresas a abordar as metas de sustentabilidade e risco climático. (2021, outubro 14). IBM. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/ibm-environmental-intelligence-suit>. Acesso em setembro, 2023.



Lemos, A. (2023). *Inteligência artificial e sustentabilidade: como a IA gestando a energia pode ajudar o planeta*. exame. <https://exame.com/inteligencia-artificial/inteligencia-artificial-e-sustentabilidade-como-a-ia-gestando-a-energia-pode-ajudar-o-planeta/>

MathWorks. ([s.d.]). BuildingIQ Develops Proactive Algorithms for HVAC Energy Optimization in Large-Scale Buildings. MathWorks. Disponível em: https://www.mathworks.com/company/user_stories/buildingiq-develops-proactive-algorithms-for-hvac-energy-optimization-in-large-scale-buildings.html. Acesso em setembro, 2023.

Maryama, V. (2013). *Gerenciamento Energético para Microrredes Inteligentes*. https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169951/PFC_20131-VictorMaryama.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saraiva, F. O. S. (2017). *Técnicas de inteligência artificial aplicadas na análise de mercados elétricos com inserção de geração eólica e de sistemas de armazenamento de energia nas redes elétricas de potência*. <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/tede/1774>

Serban, A. C., & Lytras, M. D. (2020). Artificial intelligence for smart renewable energy sector in Europe—smart energy infrastructures for next generation smart cities. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 8, 77364–77377. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2990123>

Tesla. "Powerwall: The Tesla Home Battery." Disponível em: <https://www.tesla.com/powerwall>. Acesso em setembro, 2023.

Van, M. M. W. (2015). The Energy Efficient One Angel Square. Disponível em: <https://manchestermanwithvan.com/the-energy-efficient-one-angel-square/>. Acesso em setembro, 2023.

Yona Lopes, Natalia Castro Fernandes, Débora Christina Muchaluat-Saade. (2015). *Geração Distribuída de Energia: Desafios e Perspectivas em Redes de Comunicação*.

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/84547/1/Goncalo%20Joao%20Costa%20Carvalho.pdf>