

NOTA TÉCNICA

EXPLORANDO NOVOS HORIZONTES PARA OS SERVIÇOS DE ÁGUAS COM A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Nuno Laranjo ^{a,*}

^a Grupo INDAQUA, Avenida Joaquim Neves dos Santos, 122,4450-394 Matosinhos, Portugal

RESUMO

A rápida evolução das tecnologias digitais e a nova vaga de inovação digital, baseada na inteligência artificial (IA), apresentam para a indústria dos serviços de águas, respetivas entidades gestoras e profissionais do setor, um conjunto de oportunidades que devem ser exploradas para aumentar a sua competitividade e agilidade, evitando o risco de estagnação. A Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa) é um tipo de sistema de inteligência artificial, capaz de gerar conteúdo, não apenas texto, mas também áudio, vídeo, imagens e código. Isso é conseguido com base em padrões extraídos dos dados existentes nos modelos em que foi treinada, utilizando aprendizagem profunda para responder a estímulos em linguagem natural. Esta tecnologia é um exemplo dessa nova vaga de inovação digital que, do nosso ponto de vista, pode melhorar a relação com os utilizadores dos serviços de águas e impulsionar o conhecimento, a eficácia e a eficiência operacional das suas organizações, estendendo simultaneamente as capacidades dos seus profissionais. Nesta comunicação, apresentamos os principais conceitos ligados à IA Generativa, seguidos de um conjunto de pistas sobre a sua utilidade nos serviços de águas, sem deixar de mencionar as suas limitações.

Este trabalho contribui para a indústria dos serviços de águas, ao oferecer uma visão sistemática das potenciais aplicações da IA Generativa, proporcionando um ponto de partida claro para a sua adoção e implementação.

Palavras-Chave: Inteligência artificial generativa, inovação digital, conhecimento, serviços de águas

doi: 10.22181/aer.2025.0409

* Autor para correspondência
E-mail: nunolaranjo@indaquaozemeis.pt

EXPLORING NEW HORIZONS FOR WATER SERVICES WITH GENERATIVE AI

Nuno Laranjo ^{a,*}

^a Grupo INDAQUA, Avenida Joaquim Neves dos Santos, 122, 4450-394 Matosinhos, Portugal

ABSTRACT

The rapid evolution of digital technologies, combined with the latest wave of digital innovation driven by artificial intelligence (AI), presents a range of opportunities for the water utility industry, its operators, and professionals across the sector. These opportunities should be explored to enhance competitiveness and agility while mitigating the risk of stagnation. Generative Artificial Intelligence (Generative AI) is a type of AI system capable of generating content—not only text but also audio, video, images, and code. It achieves this by identifying patterns in the data on which it has been trained, leveraging deep learning to respond to natural language prompts. This technology exemplifies the new era of digital innovation, which, in our view, has the potential to improve interactions with water services users, enhance organisational knowledge and effectiveness, and increase operational efficiency. At the same time, it can expand the capabilities of professionals within the sector. In this communication, we introduce the key concepts of Generative AI, outline its potential applications in water services, and highlight its limitations.

This work makes a valuable contribution to the water utility industry by providing a systematic overview of the potential applications of Generative AI, offering a clear starting point for its adoption and implementation.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Digital Innovation, Knowledge, Water Services.

doi: 10.22181/aer.2025.0409

* *Corresponding author*
E-mail: nunolaranjo@indaquaoazemeis.pt

1 Introdução

Uma razão pela qual a inteligência artificial generativa (IA Generativa) se tornou tão popular e de forma tão rápida, é que ela permite a qualquer pessoa, sem qualquer conhecimento técnico e sem barreiras à entrada, começar a usar *chatbots*, como o *ChatGPT*[†], *Copilot*[‡], *Gemini*[§], *Claude*^{**}, entre outros, para obter respostas “humanizadas” a perguntas sobre diversos temas.

É sem dúvida, uma novidade para uma aplicação de inteligência artificial (IA), uma vez que o que tínhamos assistido até aqui, obrigava a uma preparação rigorosa de dados e processos para produzir um bom resultado, limitado a verticais de conhecimento. Por outro lado, o impacto é imenso no mundo do trabalho, já que milhares de utilizadores compreendem que esta tecnologia os pode ajudar a aumentar a sua produtividade, e são eles próprios os grandes impulsionadores da sua adoção no mundo empresarial.

Podemos considerar a IA Generativa com um subdomínio da IA e da aprendizagem profunda (*deep learning*), que se concentra em gerar conteúdo, seja texto, código, imagens, música e vídeo, usando algoritmos e modelos treinados em dados existentes através de técnicas de aprendizagem de máquina (*machine learning*).

Nesse sentido, devemos olhar para as relações entre a IA, *machine learning*, *deep learning* e IA Generativa como uma progressão lógica, em que consideramos a IA como um conceito amplo e abrangente e que avança para áreas mais especializadas, onde cada tipo subsequente herda os princípios fundamentais do seu antecessor, adicionando uma camada de complexidade e especialização.

O contributo desta nota técnica reside na sistematização de aplicações práticas e na análise crítica da Inteligência Artificial Generativa especificamente adaptada ao contexto dos serviços de águas. Além disso, destacam-se sugestões concretas sobre como esta tecnologia pode ser integrada para melhorar processos operacionais, gestão do conhecimento e comunicação institucional.

2 Conceitos

IA: É definida de forma abrangente como a capacidade de as máquinas imitarem o comportamento humano (percepção, associação, raciocínio, previsão, planeamento, linguagem, etc.).

Machine Learning (ML): Um tipo de IA onde o foco está em desenvolver algoritmos que permitam que as máquinas aprendam a partir de dados existentes e atualizem automaticamente os seus parâmetros à medida que evoluem.

Deep Learning (DL): Uma forma especializada de *machine learning*, que incorpora redes neuronais artificiais em sucessivas camadas, de forma a aprender através de dados ao longo de ciclos, tentando reproduzir o comportamento do cérebro do ser humano. Os dados são introduzidos na camada de entrada e um resultado emerge da camada de saída da rede. Por entre as camadas de entrada e saída podem existir milhares de outras camadas, daí a designação de *deep learning*. São modelos particularmente adequados em domínios como a visão computacional, processamento de linguagem natural ou veículos autónomos.

* Disponibilizada em novembro de 2022 e em apenas 2 meses após o seu lançamento, atingiu os 100 milhões de utilizadores, tornando-se a aplicação com crescimento mais rápido de sempre.

† <https://openai.com/>

‡ <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/copilot>

§ <https://deepmind.google/>

** <https://www.anthropic.com/>

IA Generativa: Representa um subdomínio ainda mais especializado de *machine learning*, especializado na criação de novos dados que imitam a distribuição de dados em que foram treinados. Utiliza modelos generativos avançados, maioritariamente baseados em redes neuronais, não apenas para agrupar, classificar ou fazer previsões sobre dados existentes, mas principalmente para gerar conteúdo completamente novo, desde imagens até linguagem natural, música e vídeo. Estes modelos são treinados com grandes quantidades de dados, com o objetivo de gerar novos dados que são consistentes com os padrões neles existentes.

Modelos de Linguagem: são sistemas de inteligência artificial treinados com um grande volume de dados para aprender relações probabilísticas entre sequências de palavras, através de técnicas como *embeddings* e arquiteturas de redes neuronais conhecidas como *transformers*. Estes modelos capturam o significado semântico das palavras, permitindo à IA Generativa realizar tarefas como tradução automática, sumarização de texto e resposta a perguntas sem necessidade de programação específica para cada função.

Funcionam como uma "super-calculadora de probabilidades", prevendo a próxima palavra numa sequência com base no contexto. No entanto, por serem estatísticos, podem gerar informações incorretas ou "alucinações" e não possuem verdadeira inteligência ou compreensão.

Ainda neste âmbito, importa dar nota de que os mais recentes modelos de linguagem, são multimodais^{††}, ou seja, têm a capacidade de integrar e processar diferentes tipos de dados, como texto, imagens, som e vídeo, num único modelo.

Engenharia de *Prompts*: é a técnica de criar, testar e refinar as instruções (*prompts*) dadas a modelos de IA Generativa para obter respostas mais precisas e relevantes. Envolve definir claramente a tarefa que se pretende que o modelo execute, fornecer contexto adicional ou exemplos e utilizar uma sintaxe clara com pontuação adequada. Esta prática é essencial para direcionar o modelo e melhorar a qualidade das saídas, já que *prompts* mais específicos produzem resultados melhores. A criatividade e a experimentação interativa são fundamentais para aperfeiçoar os *prompts* e maximizar a eficácia das respostas obtidas.

Agentes de IA: são sistemas capazes de perceber o ambiente, raciocinar, planear e realizar ações autonomamente para atingir objetivos específicos. Utilizam frequentemente modelos avançados de IA, como modelos de linguagem, para executar tarefas complexas sem necessidade de intervenção humana constante, podendo ainda aprender e adaptar-se dinamicamente a novas situações ou contextos.

3 Serviços de águas

3.1 Potenciais aplicações de IA Generativa

A indústria dos serviços de águas é caracterizada pela quantidade e riqueza dos dados que gera, constituindo um dos seus maiores ativos. Isso leva-nos a considerar que se trata de um "território" adequado para a adoção da IA Generativa, apesar da sua abordagem conservadora em relação à adoção de novas tecnologias.

Para colocar essa tecnologia a funcionar, além de utilizar esses dados, é fundamental que as "nossas pessoas" com mais conhecimento e experiência ensinem aos modelos os vocabulários técnicos, expressões comuns, dados relevantes e conceitos específicos da nossa área. Dessa forma, evitaremos que os modelos "alucinem" e tratem informações desnecessárias, resultante em más ordens ou tendências erradas.

^{††} Alguns exemplos, são os modelos da *Open AI*, da *Anthropic* ou da *Google*.

Outra ideia a reter, é que devemos utilizar as forças da IA Generativa para aprimorar as análises preditivas e prescritivas proporcionadas pela analítica avançada de dados e pelo *machine learning*. Nomeadamente, através da inclusão de dados não estruturados que são difíceis de integrar em modelos preditivos tradicionais. Também pela explicação de modelos complexos. Além disso, um *prompt* bem estruturado pode orientar modelos de linguagem a identificar e definir variáveis de decisão, funções objetivo e restrições. Isto permite produzir formulações matemáticas precisas dos desafios da indústria dos serviços de águas. Esta abordagem poderá ser particularmente relevante para tratar de temas como a previsão de falhas e anomalias nas redes, qualidade da água, processamento de imagens, modelação de redes e otimização de processos de tratamento.

Como novos desenvolvimentos neste campo destacam-se ainda os Agentes de IA, que representam um salto qualitativo adicional, devido à sua capacidade de agir autonomamente perante situações complexas, sem supervisão humana constante. Nos serviços de águas poderão monitorizar continuamente variáveis críticas, realizar simulações detalhadas através de gémeos digitais e oferecer suporte inteligente às equipas operacionais no terreno, permitindo uma tomada de decisão mais rápida, segura e eficaz.

Tendo este cenário em consideração, avançamos com algumas ideias de potenciais usos, que tocam nos seus principais processos:

- **Definição de Produto e Serviço:**

- Na área da gestão de ativos e mais concretamente na inspeção de ativos enterrados (condutas e coletores), e quando combinado com soluções de visão computacional (Ex: robots equipados com sensores acústicos, ultrassónicos e CCTV), pode ajudar a criar resumos inteligentes em linguagem natural, a partir de milhares de horas de filmagem, permitindo que perguntas sejam feitas;

- **Produção e distribuição de água:**

- No contexto da monitorização e controlo da qualidade da água, pode empregar a utilização de dados sintéticos^{††} para simular vários cenários, como a dispersão de poluentes ou os impactos das mudanças climáticas na qualidade da água;

- Para uma melhor compreensão em tempo real das variáveis de escoamento e através da utilização de dados sintéticos (por exemplo, quando não existe possibilidade de instalar telemetria residencial), poderá ser uma extraordinária fonte de informação para análise operacional;

- Facilitar a adoção da tecnologia de gémeo digital, permitindo simular qualquer número de estados de objetos fisicamente possíveis e simultaneamente razoáveis e alimentando-os nas redes do gémeo digital. Essas capacidades podem ajudar a determinar continuamente o estado do objetivo físico e ultrapassar os obstáculos associados à atual necessidade de realizar muito treino supervisionado.

- **Recolha e tratamento de águas residuais:**

No contexto da recuperação de recursos e minimização de resíduos em sistemas de tratamento, pode ajudar a simular diferentes configurações nos processos de tratamento que maximizem a produção de energia a partir de lamas e a recuperação de nutrientes. Pode ainda fornecer dados valiosos, sobre como diferentes condições operacionais afetam o desempenho do processo de tratamento, como por exemplo, variações na temperatura ou a composição das águas residuais.

^{††} Uso de algoritmos e métodos computacionais para criar dados que imitam os dados reais em termos de características essenciais e propriedades estatísticas, mas que não provêm de observações ou medições reais.

- **Faturação e Cobrança:**

- Extrair informações de faturas e compará-las ao longo do tempo, fornecendo explicações compreensíveis e claras das mesmas em linguagem natural;

- Contribuir para a gestão dos processos de dívidas de clientes, nomeadamente através de uma comunicação personalizada, ajustando o tom, conteúdo, momento e canal de acordo com o perfil do devedor, aumentando a eficácia e a eficiência do processo, incluindo a melhoria da experiência do cliente.

- **Serviço ao cliente:**

- Através de *chatbots*, é possível produzir respostas personalizadas e imediatas (disponíveis 24/7) para as questões dos utilizadores dos serviços, como faturação, pressão de serviço, avarias, qualidade, dívidas, entre outros. Além disso, os *chatbots* podem fornecer assistência em tempo real aos atendedores, oferecendo sugestões baseadas em relatos de problemas identificados por outros utilizadores na mesma zona, gerar tópicos abordados durante a chamada e ajudar na preparação de respostas às reclamações;

- Sumarização de chamadas telefónicas de clientes, transcrevendo áudio para texto, criando um resumo detalhado da mesma e integrando-o na aplicação de relacionamento com o cliente (CRM). Com essa sumarização, será também possível realizar uma análise de feedback e sentimento dos clientes, identificando áreas de melhoria;

- Conseguir integrar essa informação com um *PowerBI*, onde visualizaremos tendências nas conversas, como tópicos frequentes, sentimentos dos clientes e desempenho dos atendedores;

- Além disso, é possível categorizar estes dados não estruturados e convertê-los em informação estruturada, permitindo realizar análises avançadas. Todas as interações com os clientes, provenientes de chamadas, *chatbots*, *emails* ou redes sociais, passam a ser tratadas como dados analíticos, que podem ser explorados para melhorar processos de negócio e apoiar a tomada de decisão.

- **Manutenção de equipamento e instalações:**

Pode ser empregue para integrar experiências adquiridas de avarias passadas ou simular cenários de manutenção, proporcionando a informação necessária para questionar as premissas existentes sobre a manutenção ou a necessidade de substituição de equipamentos.

- **Gestão de Recursos:**

- No processo de compras, elaborando guias práticos de negociação com os fornecedores, e alertas sobre soluções e tecnologias mais recentes, inovadoras e/ou económicas.

- **Quadro legal e regulamentar:**

- Análise de grandes volumes de textos legais e regulamentares, extraíndo e sumarizando as informações mais importantes;

- Comparar a legislação atual com versões anteriores, identificando alterações e tendências ao longo do tempo;

- **Comunicação e Imagem:**

- Como gerador de ideias e criador de histórias, auxiliando na obtenção de *insights* baseadas em dados não estruturados, com o objetivo de produzir comunicações eficazes e campanhas personalizadas. Exemplos incluem campanhas para situações de escassez de água ou para promover o uso da água torneira.

- **Desenvolvimento e Gestão de Recursos Humanos:**

- Acelerar a processo de triagem de currículos, identificando os candidatos que melhor correspondem às qualificações exigidas para os cargos, tarefa que é extremamente demorada e monótona para os recrutadores;

- Monitorizar e avaliar o desempenho dos trabalhadores em tempo real, fornecendo relatórios detalhados e recomendações de melhoria. Esta abordagem permite uma gestão de desempenho dinâmica e baseada em dados, substituindo as avaliações anuais tradicionais.

- Combinada com técnicas de realidade virtual, pode ser utilizada para formação personalizada, desenvolvendo cenários virtuais que repliquem as condições operacionais, tendo dessa forma um papel fundamental na melhoria e na redução dos riscos de saúde e segurança dos trabalhadores.

- **Gestão de sistemas de informação:**

- Criação de uma espécie de “assistente ou especialista virtual, que lê e examina rapidamente informações armazenadas em linguagem natural, sobre as características das infraestruturas, registos de operação e manutenção, qualidade da água, dados dos utilizadores ou corporativos, etc., dialogando com os colaboradores e permitindo que se tomem decisões mais informadas, incluindo as operações no terreno. Além disso, pode garantir a transferência eficaz do conhecimento técnico acumulado por profissionais experientes, permitindo que novos colaboradores adquiram rapidamente competências essenciais, reduzindo o risco decorrente da rotatividade e envelhecimento das equipas técnicas.

- Incorporação de copilotos no portefólio de aplicações que são utilizadas nos serviços de águas (SCADA, SIG, Gestão de Ativos, Modelação, Operação e Manutenção, Sensorização, ERP/CRM§§, Gestão Documental, etc.) ou nas ferramentas de produtividade e colaboração***, por forma a que possamos “discutir” com os mesmos;

Além dos potenciais usos da IA Generativa nos principais processos dos serviços de águas, gostaríamos de destacar outros, transversais, relacionados à automação de tarefas repetitivas e rotineiras. Exemplos incluem o preenchimento de formulários, a extração de dados de documentos não estruturados e a geração automática de relatórios. Essas tarefas, que normalmente consomem tempo e são propensas a erros humanos, podem ser realizadas de maneira rápida e precisa pela IA Generativa. Pode também ser utilizada para processar faturas e outros documentos financeiros. Mesmo sem modelos específicos, ela consegue compreender o conteúdo dos documentos, extrair as informações necessárias e gerar relatórios automaticamente. Isso melhora a eficiência do processamento de documentos financeiros e reduz a possibilidade de erros.

3.2 Limitações da IA Generativa

Os modelos de linguagem que formam a base da IA Generativa apresentam algumas limitações importantes. Primeiramente, não compreendem o texto como os humanos e dependem da qualidade dos dados de treino, podendo perpetuar viés. Além disso, têm restrições de contexto em diálogos longos e não possuem senso comum. Existem preocupações éticas com a geração de conteúdo inadequado e a possibilidade de uso mal-intencionado. O uso excessivo de dados pode levar a plágio e violações de confidencialidade. Outro ponto crítico é o impacto ambiental significativo do treino desses modelos devido ao alto consumo de energia e água. A cibersegurança também é uma

§§ A SAP (*Joule*) e a Salesforce (*Einstein*) já incorporam assistentes de conversação nas suas aplicações empresariais.

*** Copilot para o Microsoft 365 ou o Gemini no Google Workspace.

preocupação vital, especialmente devido aos processos de automação em larga escala, sendo essencial garantir, como no caso das infraestruturas críticas que asseguram os serviços de águas, a sua quantidade e qualidade, protegendo-as de ataques informáticos.

4 Conclusões

A IA Generativa é, sem dúvida, uma tecnologia promissora para a indústria dos serviços de águas, respetivas entidades gestoras e profissionais do setor.

Em conjunto com IA Analítica, pode servir de ponte entre a vasta quantidade de dados gerados diariamente e a capacidade de extrair *insights* relevantes dos mesmos, contribuindo para o aumento da eficácia e eficiência operacional, intensificação da inovação e a satisfação dos utilizadores destes serviços.

Enquanto profissionais do setor, devemos saber utilizar as ferramentas de IA Generativa como nossas parceiras, trabalhando lado a lado connosco, fazendo sugestões, gerando texto e fornecendo suporte à decisão. Ao assumir tarefas rotineiras, permitirá que nos concentremos em atividades mais estratégicas e transformadoras. No entanto, isto também nos desafiará a adaptarmo-nos e a utilizar proficientemente esta tecnologia para manter a nossa relevância profissional, caso contrário, poderemos ser substituídos por aqueles que a dominam.

É essencial que futuras investigações explorem como a IA Generativa está a ser adotada nos serviços de águas e qual o valor que está a gerar, à semelhança do que já acontece noutras indústrias. Estes estudos devem identificar os processos mais beneficiados, avaliar os desafios de implementação e quantificar os ganhos, tanto operacionais como na satisfação dos utilizadores. Com métricas claras, será possível compreender o impacto real da tecnologia e orientar estratégias para maximizar os seus benefícios.

Referências

- Amorim, Pedro e João Alves (2024). How Generative AI Can Support Advanced Analytics Practice. <https://sloanreview.mit.edu/article/how-generative-ai-can-support-advanced-analytics-practice/>, acedido a 19.07.2024
- Deloitte (2023). The Generative AI Dossier. <https://www.deloitte.com/nz/en/services/consulting/analysis/the-generative-ai-dossier.html>, acedido a 19.11.2023
- DSPA (2023). Conteúdos para certificação Generative AI.v 1.2.
- IBM (2023). Will Generative AI make the digital twin promise real in the energy and utilities industry? <https://www.ibm.com/think/topics/generative-ai-for-digital-twin-energy-utilities>, acedido a 19.11.2023
- Mckinsey & Company (2024). Beyond the hype: Capturing the potencial of AI and gen AI I tech, media, and telecom. <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/beyond-the-hype-capturing-the-potential-of-ai-and-gen-ai-in-tmt>, acedido a 19.07.2024
- Mckinsey & Company (2023). What is generative AI. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year>, acedido a 19.11.2023
- Mckinsey & Company (2023). The economic potencial of generative AI: The next productivity

<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>, acedido a 19.11.2023

Qatium (2023). AI & Water Management – What utilities need to know now. <https://qatium.com/blog/ai-and-water-management/>, acedido a 19.11.2023

Qatium (2024). Water Utilities & AI – How utilities can thrive in the new generative AI reality. <https://qatium.com/blog/whitepaper-how-utilities-can-thrive-in-the-new-generative-ai-reality/>, acedido a 12.11.2024