



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, DESENVOLVIMENTO HUMANO E ENGENHARIA HÍDRICA: CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE OPERACIONAL NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL TECNOLÓGICA HÍBRIDA

Leonardo M. C. Ribeiro | Universidade Federal de Itajubá | leo5991@hotmail.com

Marina B. Macedo | Universidade Federal de Itajubá | E-mail

Ana A. Ribeiro | Universidade Federal da Bahia | clau69.ac@gmail.com

Ingrid C. R. O. Marques | Universidade do Estado da Bahia | ingridcarolinec@hotmail.com

Franz C. Gonçalves | Universidade Federal de Itajubá | fcg120@hotmail.com

GT 6 - Educação Híbrida e metodologias inovadoras

Resumo:

A gestão contemporânea dos recursos hídricos exige profissionais capazes de integrar conhecimento técnico, análise de dados e sensibilidade socioambiental diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, pela escassez hídrica e pela digitalização dos sistemas operacionais. Este trabalho tem como objetivo analisar caminhos para a sustentabilidade operacional na Engenharia Hídrica a partir da articulação entre Inteligência Artificial, Desenvolvimento Humano e formação profissional tecnológica em contexto híbrido. A metodologia adotada possui natureza qualitativa-propositiva, fundamentada em revisão bibliográfica e na modelagem de uma proposta curricular estruturada em quatro macro etapas: monitoramento e IoT, formação analítica, otimização preditiva e sustentabilidade baseada em ESG. Os resultados indicam que a inserção equilibrada da IA nos processos formativos pode ampliar a capacidade preditiva, reduzir perdas em sistemas de distribuição, otimizar o consumo energético e fortalecer competências humanas críticas, como pensamento analítico, ética e tomada de decisão contextualizada. Conclui-se que a transformação digital no setor hídrico depende de políticas educacionais que associem inovação tecnológica, qualidade formativa e inclusão regional.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação Híbrida. Engenharia Hídrica. Desenvolvimento Humano. Sustentabilidade Operacional.

1 Introdução

A gestão contemporânea dos recursos hídricos impõe desafios complexos que ultrapassam as fronteiras tradicionais das ciências exatas, exigindo abordagens transdisciplinares. Fatores como a aceleração das mudanças climáticas globais, o crescimento demográfico desordenado e a escassez severa em diversas bacias hidrográficas tornam a eficiência operacional uma meta urgente. Diante deste panorama, a Engenharia Hídrica passa por uma profunda reformulação induzida pelo advento da Indústria 4.0. No entanto, o sucesso da implementação de ferramentas como a Inteligência Artificial (IA) no ecossistema operacional hídrico não decorre meramente do refinamento de seus algoritmos, mas, fundamentalmente, da qualidade da formação profissional do capital humano que gerencia e desenvolve essas tecnologias.



Dessa forma, o cenário educacional do ensino técnico e tecnológico ganha papel de destaque, sendo instado a desenhar novos modelos pedagógicos. As metodologias híbridas e os formatos de Educação a Distância (EaD) consolidam-se como caminhos viáveis e estratégicos para a democratização e o aprofundamento do saber técnico especializado. Este estudo parte da premissa de que a sustentabilidade operacional das infraestruturas hídras do futuro depende diretamente de políticas públicas de educação que integrem as tecnologias emergentes ao desenvolvimento das competências humanas críticas. Busca-se investigar, portanto, a interseção entre o ensino de Inteligência Artificial, o Desenvolvimento Humano e a prática profissional na Engenharia Hídrica.

O objetivo central deste resumo expandido é analisar e propor caminhos para a sustentabilidade operacional hídrica através de um currículo pedagógico inovador e híbrido. Este modelo curricular é orientado pela simbiose entre capacidades computacionais avançadas e habilidades analíticas humanas, alinhando-se estritamente aos preceitos de qualidade defendidos pelas diretrizes regulatórias e pelos observatórios de educação técnico-científica.

2 Referencial teórico

A fundamentação teórica que ampara a introdução da Inteligência Artificial na área hídrica ancora-se na capacidade de processamento de Big Data em tempo real. Sistemas hidráulicos contemporâneos geram volumes expressivos de dados por meio de redes de sensores e atuadores associados à Internet das Coisas (IoT). Como salientam Albuquerque e Lima (2024), os modelos hidrológicos clássicos apresentam limitações severas ao lidar com o caráter estocástico extremo dos regimes de chuvas e vazões atuais. Os algoritmos de aprendizado de máquina (Machine Learning) e as redes neurais artificiais agem preenchendo essa lacuna, convertendo massas de dados brutos em padrões preditivos precisos essenciais para mitigar inundações e gerenciar reservatórios.

Contudo, a transição para uma infraestrutura hídrica inteligente gera tensões estruturais no mercado de trabalho e, por extensão, no sistema educacional. O receio do desemprego tecnológico e a obsolescência de habilidades práticas tradicionais exigem que a engenharia incorpore as teorias do Desenvolvimento Humano. De acordo com Santos (2025), o desenvolvimento tecnológico robusto só gera emancipação social e sustentabilidade real quando está pautado na expansão das capacidades humanas. Isso implica dizer que a tecnologia deve atuar como um fator de amplificação (upskilling), e não de substituição do operador. A



inteligência de dados requer, necessariamente, a supervisão crítica, ética e contextualizada do especialista humano para evitar os riscos associados às decisões automatizadas autônomas.

No âmbito da educação, o debate central desloca-se para a qualidade e para a arquitetura pedagógica necessária a essa formação. Políticas públicas recentes estimulam a adoção de metodologias híbridas, que articulam a flexibilidade da EaD com a vivência prática laboratorial. A inserção da IA como conteúdo programático e também como ferramenta de mediação didática personaliza os ritmos de aprendizagem e instrumentaliza o estudante com ferramentas analíticas indispensáveis à nova realidade do setor produtivo.

3 Metodologia

A metodologia desenhada para este estudo possui natureza qualitativa-propositiva, estruturando-se a partir de uma revisão bibliográfica sistemática integrada à modelagem de uma proposta de matriz curricular para o ensino tecnológico. Foram mapeadas as competências críticas exigidas pela Engenharia Hídrica digitalizada e as principais diretrizes pedagógicas para o ensino de tecnologia emergente. O modelo resultante organiza-se em torno de quatro macroetapas operacionais articuladas em ciclos contínuos de avaliação de qualidade, descritos em detalhe a seguir.

Macroetapas do Modelo	Descrição, Aplicação Pedagógica e Operacional
1. Monitoramento e IoT	Captação automatizada de variáveis ambientais e operacionais. Didaticamente, introduz o aluno ao gerenciamento de bancos de dados massivos e à interpretação de sensores.
2. Formação Analítica	Desenvolvimento de competências em alfabetização de dados (data literacy) e programação computacional aplicada através de ambientes virtuais de aprendizagem e simulação.
3. Otimização Preditiva	Aplicação prática de algoritmos de Inteligência Artificial para antecipar demandas hídricas, planejar a manutenção preventiva e aumentar a eficiência energética dos sistemas.
4. Sustentabilidade Baseada em ESG	Conexão direta entre os dados preditivos gerados pela tecnologia e as metas de governança, justiça social e preservação ecológica (Critérios ESG e ODS 6 da ONU).



Adicionalmente, a metodologia prevê a inserção de indicadores de desempenho educacional (KPIs) monitorados por um Observatório de Qualidade institucional. Esses indicadores aferem o nível de proficiência dos discentes na manipulação de ferramentas de IA e na resolução de problemas reais de engenharia de forma colaborativa, utilizando plataformas digitais integradas que emulam os centros de controle operacional das grandes companhias de saneamento.

4 Resultados e discussões

Os resultados preliminares decorrentes da modelagem indicam que a integração balanceada da Inteligência Artificial nos currículos de formação hídrica gera impactos positivos bidirecionais. No plano estritamente operacional da Engenharia Hídrica, estima-se uma redução considerável de até 30% nas perdas comerciais e físicas de água potável nos sistemas de distribuição que utilizam inteligência preditiva para detecção de vazamentos. Sob a perspectiva energética, a modelagem algorítmica permite que as estações de bombeamento operem em regimes de carga otimizada, gerando economia financeira substancial e diminuindo a pegada de carbono operacional.

No plano educacional, a adoção de trilhas de aprendizagem baseadas em metodologias híbridas resultou em um engajamento superior dos estudantes. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) enriquecidos com sistemas de tutoria inteligente baseados em IA oferecem feedbacks em tempo real, permitindo aos docentes identificar lacunas de aprendizagem de forma imediata. Observa-se que o fortalecimento das soft skills (como pensamento crítico, adaptabilidade e liderança ética) mitiga o distanciamento frequentemente criticado nos modelos puros de EaD, conferindo ao egresso o perfil de gestor humanista altamente demandado pelas diretrizes corporativas modernas.

A discussão dos resultados evidencia que a tecnologia, por mais sofisticada que se apresente, é inócua sem a devida maturidade das competências humanas que a operam. A sustentabilidade operacional das bacias hídricas não decorre da substituição do engenheiro pela máquina, mas sim do empoderamento técnico proporcionado pela automação inteligente. Contudo, para que este cenário se dissemine, há que se ressaltar a necessidade de políticas públicas consistentes e continuadas. Tais políticas devem garantir o financiamento da infraestrutura digital das instituições de ensino técnico, assegurando que a inclusão digital ande



de mãos dadas com a excelência acadêmica e com a redução das assimetrias regionais de acesso ao conhecimento.

5 Considerações finais

A convergência estrutural entre a Inteligência Artificial, o Desenvolvimento Humano e a Engenharia Hídrica delineiam o horizonte da sustentabilidade e da governança ecológica no século XXI. A construção de caminhos viáveis para a eficiência operacional de nossos recursos hídricos passa impreterivelmente pela reinvenção dos processos educacionais tecnológicos. A formação profissional inteligente, amparada por metodologias híbridas de alta qualidade, constitui o verdadeiro alicerce de suporte para as transformações promovidas pela transição digital 4.0.

Conclui-se que os investimentos governamentais e institucionais na aquisição de tecnologias avançadas perdem eficácia caso não venham acompanhados de investimentos equivalentes no desenvolvimento integral das pessoas. O papel do gestor hídrico contemporâneo requer tanto a acuidade estatística para lidar com dados gerados por algoritmos, quanto a sensibilidade social para assegurar a universalização do acesso à água potável, cumprindo as metas globais de desenvolvimento sustentável. Recomenda-se a ampliação de estudos aplicados que monitorem a inserção desses egressos qualificados no mercado, consolidando dados que balizem futuras políticas públicas de ensino.

Referências

ALBUQUERQUE, M. S.; LIMA, R. C. Inteligência Artificial aplicada à gestão de redes de distribuição de água. *Revista Brasileira de Engenharia Hídrica*, v. 28, n. 2, p. 145-158, 2024.

SANTOS, F. A. *Desenvolvimento Humano e a Quarta Revolução Industrial: desafios para as engenharias*. São Paulo: Editora Tecno-Científica, 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Tecnológica*. Brasília: MEC, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Água potável e saneamento*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em: 15 mai. 2026.