

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS: FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS E IMPLEMENTAÇÃO NA MANUFATURA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE OIL AND GAS INDUSTRY:
TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS AND IMPLEMENTATION IN
MANUFACTURING

Engenharias • 23/05/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/779419012](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/779419012)

Marcos Damião de Azevedo¹

RESUMO

Nos últimos anos, como um resultado da globalização da economia, companhias de engenharia têm sido forçadas a melhorar ou modificar seu modo de gerenciamento a fim de manter vantagem competitiva. Neste cenário, a rápida evolução da Inteligência Artificial (IA) a posicionou como um dos pilares fundamentais para a transformação industrial moderna. Este artigo mostra a trajetória da IA desde suas origens teóricas em meados do século XX até seu papel atual no setor de Óleo e Gás (O&G). Ao sintetizar dados de processos de fabricação especializados, como por exemplo a soldagem, a integração de estruturas modernas de saúde e segurança ocupacional, além da gestão dos ativos empresariais, este texto destaca a transição da automação reativa para a inteligência proativa orientada por dados. As principais conclusões demonstram que a IA generativa e o aprendizado profundo de máquina não são apenas meras ferramentas de automação, mas sim "parceiros de pensamento" que aprimoram a expertise humana, otimizam a gestão de ativos e reduzem significativamente custos de manufatura e os riscos operacionais.

Palavras-chave: Máquinas e Inteligência Computacional; Inteligência Artificial (IA); Manufatura Ágil; Design Thinking; Grandes Modelos de Linguagem (LLMs); Aprendizado de Máquina; Indústria de Petróleo e Gás; Soldagem e União de Materiais; Saúde e Segurança Ocupacional (SSO).

ABSTRACT

In recent years, as a result of the globalization of the economy, engineering companies have been forced to improve or modify their management methods in order to maintain a competitive advantage. In this scenario, the rapid evolution of Artificial Intelligence (AI) has positioned it as one of the fundamental pillars

for modern industrial transformation. This article shows the trajectory of AI from its theoretical origins in the mid-20th century to its current role in the Oil and Gas (O&G) sector. By synthesizing data from specialized manufacturing processes, such as welding, the integration of modern occupational health and safety structures, and the management of enterprise assets, this text highlights the transition from reactive automation to proactive, data-driven intelligence. The main conclusions demonstrate that generative AI and deep machine learning are not merely automation tools, but rather "thinking partners" that enhance human expertise, optimize asset management, and significantly reduce manufacturing costs and operational risks.

Keywords: Computing Machinery and Intelligence; Artificial Intelligence (AI); Agile; Design Thinking; Large Language Models (LLMs); Machine Learning; Oil & Gas industry; Welding and Materials Joining; Occupational Health and Safety (OHS).

1. INTRODUÇÃO

O mundo vem sofrendo mudanças de forma contínua e em ritmo acelerado. As empresas de engenharia especializadas na execução, gerenciamento e planejamento de projetos de infraestrutura no setor de Óleo & Gás (O&G), atuando como contratantes (ou empreiteiros), vêm travando uma batalha acirrada todos os dias na busca de sua sobrevivência. Para tanto, a chave do crescimento e mesmo da continuidade passa pela demarcação de uma posição que seja menos vulnerável aos ataques de competidores, já estabelecidos ou novos, a solidificação de relacionamentos com seus clientes, a diferenciação de seus produtos e / ou serviços, dentre outras coisas; de modo que sejam capazes de melhorar e / ou assegurar sua posição no mercado de modo contínuo.

Este artigo analisa a integração multidimensional da Inteligência Artificial (IA) em todos os setores industriais; e, pensando no cenário energético global, com foco específico na indústria de Óleo e Gás (O&G). Explora os fundamentos técnicos da IA, traçando seu desenvolvimento desde a lógica algorítmica inicial até as arquiteturas contemporâneas de aprendizado profundo e generativo. Além disso, o artigo avalia o impacto operacional da IA em áreas críticas da manufatura, como a fabricação por soldagem, a segurança ocupacional, e o controle e gestão de ativos.

2. REVISÃO HISTÓRICA

A jornada conceitual da IA teve início com um artigo seminal de Alan Turing de 1950, "Computing Machinery and Intelligence", onde ele introduz o "Jogo da Imitação" [1]. Turing propôs que a inteligência de uma máquina deveria ser avaliada com base em sua capacidade de exibir comportamento conversacional semelhante ao humano, um precursor do moderno "Teste de Turing". Ele argumentou que as máquinas, especificamente os computadores, eram "máquinas universais" capazes de imitar qualquer máquina de estado discreta, desde que tivessem armazenamento e velocidade suficientes para tal [1].

A formalização da IA como uma disciplina científica ocorreu pouco depois, com a proposta de 1955 para o Projeto de Pesquisa de Verão do Dartmouth College sobre Inteligência Artificial [2]. Este projeto tinha como autores John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon. Eles conjecturaram que "todo aspecto da aprendizagem ou qualquer outra característica da inteligência humana pode, em princípio, ser descrito com tanta precisão que uma máquina pode ser feita para simulá-los" [2].

Posteriormente, John McCarthy refinou a definição de IA como "a ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes", enfatizando que a IA não precisaria se limitar a métodos biologicamente observáveis [3].

A trajetória do desenvolvimento de produtos industriais sofreu uma metamorfose profunda desde a década de 1960, quando a atividade de projeto emergiu como disciplina sistemática. No cenário contemporâneo do setor de Óleo & Gás (O&G), a integração multidisciplinar transcendeu o status de diferencial para se tornar um imperativo estratégico de sobrevivência. A competitividade global hoje não é ditada apenas por custos operacionais, mas pela agilidade em processar informações e convertê-las em soluções técnicas de alta complexidade e qualidade.

Durante cerca de 2 décadas, a adoção da IA foi desigual e restrita a "ilhas de excelência" ou projetos-piloto [2, 3]. No entanto, a "Grande Aceleração" de 2023, desencadeada por ferramentas de IA generativa voltadas para o consumidor, como o ChatGPT, mudou radicalmente o cenário [4]. Essa era marcou o início de estratégias de IA implantadas e utilizáveis em toda a empresa, onde os líderes de tecnologia começaram a priorizar a democratização do acesso a dados e IA em todas as funções de negócios [4].

A emergência das ferramentas de IA generativa no final de 2022 e início de 2023 marcou uma mudança radical na conversa pública e empresarial sobre o potencial da Inteligência Artificial como uma ferramenta disruptiva e capaz de gerar vantagens competitivas.

Ao longo dos últimos vinte anos, a inteligência artificial acabou sendo adicionada como um componente resultante do

conhecimento existente dentro das próprias empresas, através da criação de ferramentas próprias (Agentes de IA); além de outras variáveis, tais como: marcas, patentes de seus produtos, *designs*, liderança, tecnologia de informação, treinamento, habilidades de funcionários, indicadores de qualificação, relacionamento com fornecedores e lealdade com os clientes dentro de um plano de desenvolvimento de novos produtos.

O que antes era apenas uma tecnologia aplicada apenas em "ilhas de excelência" acadêmica ou casos de uso isolados, tornou-se uma capacidade generalizada, integrada ao tecido dos fluxos de trabalho organizacionais, independentemente do mercado ocupado, serviço ou produto a ser entregue aos Clientes [4].

Alguns **“Pontos Críticos”** merecem atenção da Alta Direção **de qualquer empresa: [4]:**

- **Impacto Econômico:** A McKinsey estimou que a IA generativa adicionará algo como US 4,4 trilhões anualmente à economia global. O Goldman Sachs prevê um aumento de 7% no PIB global.
- **Democratização da IA:** A interface de linguagem natural permitiu que funcionários em todas as funções tivessem acesso a capacidades técnicas avançadas, mudando a IA de um projeto piloto para uma estratégia de toda a empresa ("enterprise-wide").
- **Infraestrutura de Dados:** O sucesso da IA generativa exige uma base sólida, com muitos líderes adotando o modelo de *data lakehouse* para unificar dados estruturados e não estruturados.

- **Desafio de Governança:** Riscos comerciais e sociais, como violação de propriedade intelectual (PI), alucinações de dados e conteúdo tóxico, passaram a exigir modelos de governança integrados e consistentes para mitigar riscos éticos e operacionais.

3. USO MODERNO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O uso moderno da IA expandiu-se logo após um evento conhecido como a "Grande Aceleração", onde a maioria das organizações ao redor do mundo usam IA de alguma forma; embora até recentemente, apenas uma pequena fração visasse a verdadeira integração em toda a empresa [4]. Complementando, o ambiente organizacional, a competência dos colaboradores e a infraestrutura tecnológica devem estar interligados aos requisitos dos processos de negócios da empresa para o uso bem-sucedido da Inteligência Artificial.

O surgimento de Grandes Modelos de Linguagem (LLMs) democratizou a IA, permitindo que funcionários não técnicos interajam com conjuntos de dados complexos por meio de interfaces de linguagem natural [4].

O processo de obtenção de vantagem competitiva duradoura requer a compreensão do contexto e de tudo aquilo que se passa na interação entre as partes do sistema organizacional de qualquer empresa.

A estratégia adota deve ser sempre o primeiro item a ser contemplado por qualquer organização, pois serve de alicerce para todos os demais. Por conta disto, do ponto de vista estratégico, foi natural que houvesse uma integração entre Manufatura Ágil, Design

Thinking e Inteligência Artificial (IA) em organizações que buscam inovar com rapidez, reduzir riscos, responder melhor às mudanças do mercado, e alcançar vantagem competitiva.

Embora esses 3 conceitos tenham origens distintas, a sua aplicação conjunta fortalece a capacidade de desenvolver soluções mais úteis, eficientes e adaptáveis em qualquer setor da indústria de construção. Em linhas gerais, o Design Thinking estrutura a compreensão profunda do problema e das necessidades do usuário. Já a Manufatura Ágil viabiliza ajustes rápidos em processos e produção; e a Inteligência Artificial amplia a análise de dados, automatizando tarefas e acelerando decisões [5, 6].

Do ponto de vista metodológico, o Design Thinking consolidou-se como uma abordagem de inovação centrada no ser humano, com ênfase na empatia, colaboração e foco no cliente. Segundo Fernandes, Silva e Oliveira [6], "o Design Thinking, com sua ênfase na empatia, colaboração e foco no cliente, fornece uma abordagem centrada no ser humano para a inovação". A Manufatura Ágil, por sua vez, evoluiu como resposta à necessidade de processos produtivos flexíveis, capazes de lidar com variações de demanda, personalização e ciclos curtos de desenvolvimento. Já a Inteligência Artificial passou a ser incorporada em maior escala como um recurso para previsão, automação e apoio à decisão. A convergência entre esses três elementos é coerente com a lógica da transformação digital, na qual a inovação não depende apenas de criatividade, mas também de dados, velocidade e capacidade de adaptação [7,8].

Na prática, a associação entre Design Thinking e Inteligência Artificial cria um ambiente mais eficiente para investigar problemas

e/ou testar soluções. Ferramentas baseadas em Inteligência Artificial dão suporte a coleta e síntese de informações, identificam padrões, geram alternativas de conceito e até auxiliam na criação de protótipos. Assim, a Inteligência Artificial reforça a capacidade analítica e operacional do Design Thinking, sem eliminar a centralidade humana na formulação das soluções [7].

Já a Manufatura Ágil, por sua vez, complementa esse processo ao transformar os insights do Design Thinking e da Inteligência Artificial em execução concreta. Em contextos industriais, isso significa adaptar rapidamente linhas de produção, redesenhar fluxos, ajustar estoques e responder com maior precisão às mudanças de demanda. Segundo Silva [7], a Indústria 4.0 impacta o processo de design, permitindo "a personalização em massa, a integração da Internet das Coisas (IoT), a colaboração ampliada na cadeia de valor, e a utilização da Inteligência Artificial (IA) e Machine Learning (ML) para análise de dados, automação e tomada de decisão". Da Silva [8] reforça que a instantânea troca de informações entre pessoas, pessoas e objetos/máquinas, ou mesmo entre objetos/máquinas, possibilitada essencialmente pela Internet das Coisas (IoT) e pela Computação em Nuvem, impacta diretamente o design de novos produtos. Em termos empresariais, essa lógica se traduz em processos mais curtos, iterativos e integrados entre desenvolvimento, produção e validação.

A utilização combinada desses conceitos não surgiu de uma forma simultânea, mas foi se consolidando ao longo do tempo:

- Década de 1990: o Design Thinking ganha força como metodologia de inovação centrada no usuário.

- Anos 2000: práticas de produção flexível e resposta rápida se expandem, aproximando-se da lógica da Manufatura Ágil.
- 2011: o termo Indústria 4.0 se consolida, estimulando a digitalização da produção e o uso intensivo de dados.
- 2015 em diante: a IA passa a ser aplicada a análise de dados, automação e previsão.
- 2015–2020: cresce a integração entre Design Thinking e IA em processos de inovação, prototipagem e pesquisa com usuários [6].
- 2020 em diante: a combinação entre Manufatura Ágil, Design Thinking e Inteligência Artificial se intensifica, com foco em personalização, automação inteligente e ciclos curtos de desenvolvimento [7, 8].

No contexto industrial atual, a IA transformou-se de uma simples ferramenta de automação para um "parceiro de pensamento" autônomo [9, 10]. As principais macrotendências a partir de 2025 incluem a ascensão de modelos de "Cadeia de Pensamento" que imitam a dedução lógica humana e o desenvolvimento de arquiteturas de IA mais eficientes que reduzem os enormes requisitos de energia e computação anteriormente associados à IA de ponta [11].

Esses avanços permitem que as organizações construam modelos específicos de domínio, voltados especificamente para industrialização de determinados setores e tarefas, e que protegem a propriedade intelectual, ao mesmo tempo em que fornecem desempenho superior em aplicações direcionadas, como no caso de

processos soldagem para a união de materiais na manufatura de peças [9, 10].

4. SETORES DA INDÚSTRIA DE O&G PARA APLICAÇÃO IMEDIATA DE IA

A indústria de Óleo & Gás é caracterizada por operações de alto risco, como por exemplo, a união de materiais através do emprego de processos de soldagem diversos; com vastas quantidades de dados históricos sobre acidentes do trabalho, o que oferece um terreno fértil para aplicações de IA.

4.1. Soldagem e União de Materiais

A união de materiais por meio do uso da soldagem é um processo crítico dentro das etapas de manufatura de peças e equipamentos da indústria de Óleo & Gás, onde as métricas de qualidade na deposição do metal de solda bem como na penetração da junta são frequentemente invisíveis durante a produção [9]. O aprendizado profundo de máquina permitiu o monitoramento indireto em tempo real por meio da análise de imagens visíveis da poça de fusão e outros sinais de sensores [10].

Além disso, as Redes Generativas (GANs) agora são usadas para simular comportamentos dinâmicos de soldagem, fornecendo uma nova base para que os operadores e robôs “compreendam” os processos por trás do que seus sensores estão observando de forma direta [10].

É importante observarmos que implantação bem-sucedida de IA no setor de soldagem requer três conjuntos de habilidades muito diferentes: conhecimento profundo da física da soldagem, projeto

avançado de inversores digitais e experiência em ciência de dados” [9]. Atualmente, isso só é possível para apenas algumas empresas globais de engenharia e tecnologia que possuem os recursos e a experiência para a realização deste tipo de desenvolvimento.[9] Essa abordagem transforma a documentação estática em sistemas ativos de gestão de conhecimento que aprendem e se adaptam continuamente [10] garantido qualidade e eficiência contínua.

Nas aplicações atuais de chão de fábrica, a IA tem atuado em funções de apoio, como a manutenção preditiva de consumíveis (prevendo quando uma ponta de contato precisa ser substituída) e na visão computacional para inspeção consistente da qualidade da geometria do cordão de solda [9]. Esses sistemas permitem que soldadores e operadores experientes sejam mais eficientes através do fornecimento de feedback em tempo real e identificando possíveis problemas em avançado [9]. Ou seja, mais uma mostra de que a IA não veio para tomar vagas, mas sim para elevar a qualidade e a eficiência das equipes.

4.2. Segurança e Saúde Ocupacional

A gestão da segurança do trabalho no setor de O&G está passando de abordagens reativas para modelos preditivos [12]. Os sistemas de visão computacional (VC) agora monitoram automaticamente a conformidade com os requisitos de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e identificam comportamentos inseguros ou riscos ambientais em tempo real [12]. A integração da IA com a Internet das Coisas (IC) e sensores vestíveis permite o monitoramento contínuo da saúde dos trabalhadores e das condições do local de trabalho, reduzindo significativamente os tempos de reação durante emergências [12].

4.3. Gestão de Dados e Ativos Empresariais

A correlação entre Manufatura Ágil, Design Thinking e IA representa uma mudança total de paradigma: passamos da produção rígida e orientada apenas por eficiência para uma lógica de inovação adaptativa, colaborativa, centrada nas pessoas, além da gestão de dados e controle de ativos empresariais. Enquanto o Design Thinking ajuda a formular soluções relevantes, a Manufatura Ágil permite implementá-las rapidamente, e a IA amplia a capacidade de analisar, prever e executar tais mudanças para gerar soluções capazes de atender as expectativas de mercado e dos clientes.

5. CONCLUSÕES

A integração da Inteligência Artificial na indústria de Óleo & Gás representa uma reconfiguração fundamental das fronteiras competitivas. Embora os fundamentos teóricos de Turing e McCarthy previssem máquinas que poderiam simular a inteligência humana, as aplicações industriais modernas demonstram que a Inteligência Artificial é mais eficaz como um “copiloto argumentativo” [1, 2, 3, 9, 10, 11].

A transição de “projetos piloto” para implementação em toda a empresa requer uma infraestrutura de dados robusta, com data lakehouses, e governança rigorosa para gerenciar a propriedade intelectual e os riscos éticos [11].

A Inteligência Artificial generativa não deve ser vista como um mero *hype*, mas como um ponto de inflexão disruptiva comparável à revolução da computação pessoal e da internet. As organizações que não se adaptarem nos próximos cinco a dez anos correm o risco de desaparecer. O sucesso dependerá de um equilíbrio cuidadoso

entre inovação agressiva e Implementação de salvaguardas rigorosas de governança de dados [4].

A Inteligência Artificial quando bem implementada, oferece uma base robusta para atuação de empresas de engenharia especializadas na execução, gerenciamento e planejamento de projetos de infraestrutura no setor de Óleo & Gás (O&G), atuantes no setor de O&G que desejam inovar com velocidade, qualidade e foco humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. *Mind*, v. 59, n. 236, p. 433-460, out. 1950.

[2] MCCARTHY, J.; MINSKY, M.; ROCHESTER, N.; SHANNON, C. E. A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. *AI Magazine*, [s.l.], 2006. Disponível em: <https://fermatslibrary.com/s/a-proposal-for-the-dartmouth-summer-research-project-on-artificial-intelligence>. Acesso em: 14 maio 2026.

[3] MCCARTHY, J. What is Artificial Intelligence? *Stanford University*, Stanford, 2007. Disponível em: https://aibiology.github.io/documents/intro_to_AI.pdf. Acesso em: 14 maio 2026.

[4] MIT TECHNOLOGY REVIEW INSIGHTS. The Great Acceleration: CIO Perspectives on Generative AI. *MIT Technology Review*, [s.l.], 2023.

[5] CENTRO DE ESTUDOS E SISTEMAS AVANÇADOS DO RECIFE. Design Thinking na indústria 4.0: inove com foco no usuário. Disponível em: <https://www.cesar.org.br/w/como-o-design-thinking-pode-moldar-o-futuro-da-industria-4-0>. Acesso em: 15 maio 2026.

[6] FERNANDES, A.; SILVA, L.; OLIVEIRA, M. Uma investigação da relação entre Indústria 4.0 e Design Thinking. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., 2024, Bauru. *Anais...* Bauru: SEGET, 2024. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos23/14834156.pdf>. Acesso em: 15 maio 2026.

[7] SILVA, L. M. Design e Indústria 4.0 no Brasil: perspectivas e desafios. 2024. 116 f. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16140/tde-17062024-095246/publico/ME_LAERCIOMARQUESDASILVA_rev.pdf. Acesso em: 15 maio 2026.

[8] DA SILVA, P. A indústria 4.0 e os principais impactos para o campo do design e gestão da inovação: uma revisão da literatura. In: PROCEEDINGS BLUCHER DESIGN CONFERENCE. [S.l.]: Blucher, 2022.

[9] ZATEZALO, S. Implementing AI in welding: possibilities, limitations, and what it means for the shop floor. *Welding Journal*, [s.l.], nov. 2025.

[10] ZHANG, Y. How deep learning and generative AI empower advanced welding manufacturing processes. *Welding Journal*, [s.l.], nov. 2025.

[11] FUTURE TODAY STRATEGY GROUP. *2025 Tech Trends Report: Artificial Intelligence (18th Edition)*. [s.l.]: FTSG, 2025.

[12] COSTA, J. M. L. et al. Inteligência artificial na segurança do trabalho: análise das aplicações e implicações nas engenharias. *Revista Tópicos*, [s.l.], 2026.

¹ Possui mais de 30 anos de experiência em engenharia onshore e offshore. Sua experiência profissional inclui a pesquisa e seleção de materiais utilizados na fabricação de estruturas submarinas, dutos e sistemas de risers. É graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e possui Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Possui também um MBA em Gestão da Qualidade Total pela UFF e um MBA em Inteligência Artificial pela Universidade Exame. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)