



## COMO A IA PODE REDUZIR ERROS E ACELERAR A APROVAÇÃO DE PRODUTOS DENTRO DE NORMAS TÉCNICAS



<https://doi.org/10.56238/levv16n47-030>

Data de submissão: 11/03/2025

Data de publicação: 11/04/2025

Sandy Moreira da Silva

### RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão sistemática integrativa sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) no design de produtos com foco na conformidade técnica frente a normas regulamentadoras. Diante da crescente complexidade normativa em setores como engenharia, saúde e tecnologia, a IA tem se mostrado uma aliada para automatizar processos como a leitura de normas, a classificação de produtos e a geração de relatórios de compliance. A pesquisa foi conduzida com base em publicações indexadas entre 2018 e 2024, utilizando critérios de seleção rigorosos. Os resultados evidenciam o uso de tecnologias como modelos de linguagem, sistemas neuro-simbólicos e algoritmos generativos, com destaque para sua contribuição na redução de erros e retrabalho. Também foram identificadas barreiras significativas, como a ausência de validação empírica, dilemas éticos e desafios regulatórios, especialmente no contexto brasileiro. A análise comparativa permite compreender os setores mais avançados, os riscos associados e a importância da explicabilidade como pilar para uma IA confiável e segura.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial. Conformidade Técnica. Normas Regulamentadoras. Design de Produtos. Ética em IA.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos ambientes regulatórios impõe às organizações desafios cada vez maiores no que se refere à conformidade técnica dos produtos. Em setores como saúde, engenharia e tecnologia, o não cumprimento de normas técnicas pode acarretar prejuízos legais, econômicos e reputacionais (Dias; Ferreira; 2023). Além disso, as normas se atualizam com frequência, e sua interpretação pode ser dificultada por linguagem técnica, falta de padronização e dispersão das fontes (Nazareno; 2024).

Nesse cenário, a Inteligência Artificial (IA) tem se mostrado uma aliada estratégica para lidar com essas exigências regulatórias. A capacidade de processar grandes volumes de dados e identificar padrões complexos permite à IA apoiar o processo de conformidade de maneira mais precisa e ágil (Arora et al.; 2024). Modelos de linguagem treinados com normas e especificações técnicas já estão sendo aplicados para analisar documentos de produto, sugerir classificações e verificar exigências legais antes mesmo da fase de testes (Barbara et al.; 2024).

Além da eficiência técnica, o uso da IA no compliance também contribui para a redução de falhas humanas e a diminuição de retrabalho em etapas críticas do desenvolvimento (Dias et al.; 2023). Ao antecipar inconformidades e sugerir ajustes automáticos, essas tecnologias otimizam o tempo e os recursos das equipes envolvidas (Melo et al.; 2022). Em paralelo, a integração da IA nos processos corporativos levanta importantes debates sobre ética, privacidade e transparência (Silva; Domingues; 2024).

A justificativa deste estudo se fundamenta na necessidade de compreender como a IA pode auxiliar equipes técnicas no cumprimento de regulamentações que, muitas vezes, se apresentam como barreiras à inovação (CIPL; 2023). Ao mesmo tempo, é essencial explorar soluções que garantam conformidade sem comprometer o ritmo de desenvolvimento e a autonomia de projetos criativos (Pizarro; 2024). Observa-se ainda que, diante da ausência de sistemas integrados para verificação automática de normas, muitas empresas enfrentam atrasos e custos elevados com processos manuais (Pizarro; 2024).

Neste contexto, este estudo tem como objetivo geral analisar como a Inteligência Artificial pode ser aplicada no design de produtos para garantir a conformidade com normas técnicas e regulamentadoras. De forma específica, busca-se compreender de que maneira a IA pode reduzir erros e retrabalho durante o desenvolvimento técnico, identificar metodologias já utilizadas por softwares com foco em compliance, e avaliar os impactos regulatórios e éticos dessa integração.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2, apresenta-se o referencial teórico sobre inteligência artificial, compliance e ética no desenvolvimento tecnológico; a seção 3 descreve a metodologia da revisão sistemática integrativa adotada; a seção 4 expõe os principais resultados

obtidos com base nos artigos selecionados e discute criticamente esses achados; e, por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais do estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO DESIGN E ENGENHARIA

A Inteligência Artificial (IA) teve origem na década de 1950, com o objetivo de simular o pensamento humano por meio de sistemas computacionais baseados em regras lógicas (Nazareno; 2024). Ao longo das décadas seguintes, o campo evoluiu impulsionado por avanços em processamento de dados e redes neurais artificiais, o que possibilitou o surgimento de modelos mais autônomos e adaptativos (Dias et al.; 2023). Esses modelos passaram a aprender com exemplos, superando limitações dos sistemas exclusivamente baseados em regras fixas (Barbara et al.; 2024).

Na engenharia e no design de produtos, a IA começou a ser incorporada para acelerar o desenvolvimento técnico e reduzir falhas manuais em etapas críticas do processo (Arora et al.; 2024). Sistemas de visão computacional, por exemplo, são empregados para detectar inconformidades visuais em estruturas físicas como painéis elétricos e componentes mecânicos, com alta taxa de acurácia mesmo sem o uso de grandes volumes de dados reais (Barbara et al.; 2024). Essas soluções otimizam inspeções técnicas e contribuem para uma análise mais padronizada dos produtos avaliados (Dias et al.; 2023).

O uso de Processamento de Linguagem Natural (PLN) vem sendo explorado para a interpretação de normas técnicas e documentos regulatórios complexos (Arora et al.; 2024). Plataformas que utilizam modelos de linguagem treinados com terminologias normativas têm sido capazes de identificar inconsistências semânticas em descrições de produto, reduzindo o risco de não conformidades durante a etapa de aprovação técnica (Silva; Domingues; 2024). Esse tipo de aplicação é especialmente relevante em setores com exigências normativas rígidas e com constante atualização de requisitos legais (Nazareno; 2024).

A IA também tem sido utilizada para realizar classificações técnicas automáticas de produtos segundo normas como a ISO 9999, acelerando a identificação dos testes e verificações exigidos para cada categoria (Barbara et al.; 2024). Isso tem permitido a antecipação de ajustes estruturais antes mesmo da prototipagem, com impacto direto na redução de retrabalho e aumento da eficiência do ciclo de desenvolvimento (Dias; Ferreira; 2023).

Além da conformidade técnica, tecnologias baseadas em IA vêm sendo aplicadas para adaptar produtos de forma dinâmica às necessidades dos usuários, respeitando simultaneamente parâmetros regulatórios (Pizarro; 2024). Essas aplicações são comuns em sistemas com interfaces personalizáveis, que integram componentes de acessibilidade e usabilidade orientados por dados (Pizarro; 2024). O

design adaptativo, guiado por IA, também reforça o papel da engenharia como agente de inclusão e inovação responsável (CIPL; 2023).

A IA tem sido empregada para monitorar alterações em normas técnicas e alertar equipes sobre mudanças que possam impactar projetos em andamento (Melo et al.; 2022). Isso favorece a construção de sistemas de conformidade contínua, com atualizações automatizadas que ajudam a evitar penalidades e interrupções nos processos produtivos (Nazareno; 2024). Dessa forma, a aplicação da Inteligência Artificial no design e na engenharia representa uma evolução que une precisão técnica, inovação regulatória e agilidade estratégica (CIPL; 2023).

## 2.2 CONCEITOS DE CONFORMIDADE REGULATÓRIA E NORMATIVAS TÉCNICAS

A conformidade regulatória é um processo fundamental para garantir que produtos e serviços atendam aos requisitos técnicos, legais e de segurança estabelecidos por órgãos normativos e reguladores (Dias; Ferreira; 2023). Em setores industriais, essa conformidade é essencial não apenas para a liberação de produtos no mercado, mas também para a mitigação de riscos operacionais, jurídicos e reputacionais (Nazareno; 2024). A ausência de conformidade pode resultar em sanções, perdas financeiras e, em casos mais graves, danos à integridade física dos usuários finais (Silva; Domingues; 2024).

As normativas técnicas internacionais são documentos que estabelecem critérios, métodos e parâmetros para a produção e avaliação de bens e serviços. Entre os principais padrões utilizados mundialmente está o conjunto de normas ISO, mantido pela Organização Internacional de Normalização, que abrange desde gestão da qualidade até requisitos específicos de produtos técnicos (Barbara et al.; 2024). Um exemplo importante é a ISO 9999, que classifica produtos assistivos com base em suas funcionalidades, sendo amplamente utilizada para orientar certificações e testes de segurança (Arora et al.; 2024).

No contexto da saúde e da biotecnologia, a *Food and Drug Administration* (FDA) atua como órgão regulador nos Estados Unidos, exigindo que dispositivos médicos e tecnologias aplicadas à saúde passem por processos rigorosos de avaliação de segurança e eficácia antes de serem aprovados para comercialização (Dias et al.; 2023). Esses processos envolvem validação técnica, ensaios laboratoriais e conformidade documental conforme padrões internacionais reconhecidos.

Na União Europeia, a regulação de produtos com IA tem sido estruturada a partir de uma abordagem baseada em riscos, com a classificação de sistemas em categorias como baixo, médio, alto e inaceitável (CIPL; 2023). Produtos classificados como de alto risco, como sistemas biométricos, exigem comprovação de conformidade com exigências técnicas, auditorias externas e mecanismos de transparência e rastreabilidade (Nazareno; 2024). Esse modelo busca equilibrar inovação e proteção dos direitos fundamentais, favorecendo a aceitação social da IA.

No Brasil, as ações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) também têm evoluído para acompanhar as demandas da transformação digital, incluindo a regulamentação de softwares como dispositivos médicos e exigências normativas específicas para produtos inteligentes (Dias; Ferreira; 2023). A ANVISA adota como referência diversas normas ISO e protocolos internacionais, além de exigir registros e relatórios técnicos detalhados para certificações.

A interpretação dessas normas, no entanto, nem sempre é direta, pois muitas delas possuem linguagem técnica densa, exigindo profissionais altamente qualificados para sua análise e aplicação correta (Silva; Domingues; 2024). Nesse sentido, a Inteligência Artificial tem ganhado espaço como ferramenta de apoio na leitura e aplicação das normas, facilitando a identificação automática de requisitos e acelerando os processos de adequação (Arora et al.; 2024).

Compreender os conceitos de conformidade regulatória e os principais padrões normativos é indispensável para qualquer proposta de inovação orientada à segurança, legalidade e qualidade técnica. A combinação de rigor técnico com tecnologias emergentes é um dos caminhos mais promissores para tornar o cumprimento das normas mais eficiente, automatizado e acessível a um maior número de empresas (CIPL; 2023).

### 2.3 *PRIVACY BY DESIGN* (PRIVACIDADE DESDE O DESIGN) E PRINCÍPIOS ÉTICOS DA IA

O avanço da Inteligência Artificial tem impulsionado discussões sobre ética, responsabilidade e direitos fundamentais no desenvolvimento de tecnologias que afetam diretamente a vida das pessoas (Silva; Domingues; 2024). A capacidade dos algoritmos de tomar decisões com base em dados pessoais, muitas vezes sensíveis, torna urgente a incorporação de princípios que assegurem o uso justo e transparente dessas ferramentas (Pizarro; 2024). Nesse contexto, o conceito de *Privacy by Design* propõe que a proteção à privacidade seja considerada desde a concepção dos sistemas, e não apenas em fases posteriores.

O modelo de *Privacy by Design*, amplamente difundido por estudiosos e adotado em legislações como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil e o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) na Europa, parte do princípio da minimização de dados, buscando limitar a coleta apenas ao que é estritamente necessário para a finalidade específica (Silva; Domingues; 2024). Técnicas como anonimização, pseudonimização e controle de acesso são recomendadas para reduzir os riscos associados ao tratamento automatizado de dados.

No entanto, há desafios técnicos e jurídicos importantes para a efetivação desses princípios em sistemas baseados em IA. A anonimização, por exemplo, pode ser revertida em alguns casos, especialmente quando cruzada com outras bases de dados, comprometendo a proteção prometida (Pizarro; 2024). Além disso, muitos sistemas de IA ainda operam como "caixas-pretas", dificultando a

explicabilidade de suas decisões e a responsabilização em caso de erros ou discriminação (Dias; Ferreira; 2023).

Para lidar com esses riscos, documentos internacionais vêm propondo diretrizes de governança ética para a IA. A Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial, publicada pela UNESCO em 2021, estabelece princípios como respeito aos direitos humanos, inclusão e não discriminação, sustentabilidade, transparência e supervisão humana contínua (CIPL; 2023). Esses princípios têm servido de base para legislações, práticas institucionais e projetos de design mais conscientes.

A explicabilidade, ou *explainability*, é um dos pilares centrais dessas discussões. Ela se refere à capacidade de um sistema de IA de apresentar de forma compreensível as razões por trás de suas decisões, especialmente quando essas impactam indivíduos direta ou indiretamente (Arora et al.; 2024). Sistemas explicáveis são essenciais para garantir o direito à contestação e reforçar a confiança pública nas soluções automatizadas.

Nesse sentido, o design ético se torna uma etapa estratégica no desenvolvimento de produtos com IA. Ele deve ser orientado não apenas por critérios técnicos de eficiência, mas também por compromissos sociais, culturais e jurídicos com os usuários e a coletividade (Pizarro; 2024). Iniciativas que traduzem os princípios da UNESCO em práticas de projeto contribuem para reduzir o impacto negativo da IA e promover o uso responsável e seguro dessas tecnologias emergentes.

## 2.4 REGULAÇÃO INTERNACIONAL E DESAFIOS PARA O BRASIL

A regulação da Inteligência Artificial tem sido objeto de atenção em diversos países, com abordagens que variam entre modelos preventivos, corretivos, ético-normativos e orientados por risco (CIPL; 2023). A União Europeia se destaca por adotar uma estrutura regulatória robusta, fundamentada na classificação de sistemas de IA por níveis de risco: inaceitável, alto, limitado e mínimo, exigindo medidas proporcionais conforme o grau de impacto potencial (Nazareno; 2024). Essa abordagem permite um equilíbrio entre inovação e proteção de direitos fundamentais, como privacidade e não discriminação.

Nos Estados Unidos, a regulação segue um modelo descentralizado, com diferentes estados e agências estabelecendo diretrizes específicas. Em vez de impor uma legislação nacional única, o país tem adotado princípios orientadores, como os propostos no documento *AI Bill of Rights*, que preconiza segurança, explicabilidade, ação humana e proteção contra vieses algorítmicos (CIPL; 2023). Essa flexibilidade visa preservar o ambiente de inovação, embora enfrente críticas pela ausência de uniformidade regulatória.

No Reino Unido, o foco recai sobre a autorregulação combinada à coordenação entre diferentes setores da administração pública. Iniciativas como o AI Standards Hub buscam fomentar o desenvolvimento de normas técnicas alinhadas às diretrizes da Organização Internacional de

Normalização (ISO), especialmente no que tange à certificação e à rastreabilidade de sistemas automatizados (Dias et al.; 2023). Esse modelo aposta na governança técnica como pilar da confiança na IA.

No Brasil, o debate em torno da regulação da Inteligência Artificial avança por diferentes frentes legislativas e institucionais. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) representa um marco importante ao estabelecer fundamentos legais para o tratamento de dados pessoais, incluindo o direito à revisão de decisões automatizadas (Silva; Domingues; 2024). No entanto, a LGPD ainda é considerada insuficiente para lidar com as especificidades da IA, principalmente em relação à explicabilidade e à responsabilização por falhas algorítmicas.

Duas propostas legislativas em tramitação ganham destaque: o PL 21/2020 e o PL 2338/2023. O primeiro introduz princípios éticos e diretrizes para o desenvolvimento e uso da IA, enquanto o segundo propõe uma classificação de sistemas por risco, nos moldes europeus, além de prever a criação de uma autoridade reguladora independente (Nazareno; 2024). Ambos enfrentam o desafio de regulamentar sem comprometer a inovação, especialmente entre startups e empresas de base tecnológica.

Outro avanço importante foi a Resolução nº 23.732/2024 do TSE, que estabelece normas específicas para o uso da IA em campanhas eleitorais, incluindo a proibição de *deepfakes* e a exigência de identificação de conteúdos manipulados (Dias; Ferreira; 2023). Essa resolução evidencia o papel estratégico de instituições públicas na definição de limites éticos e operacionais para a aplicação da IA no Brasil.

Ainda assim, o país enfrenta obstáculos significativos, como a ausência de métricas padronizadas para aferir o grau de risco de sistemas inteligentes, a baixa capacitação técnica dos órgãos de controle e a dificuldade de harmonizar o marco legal nacional com as diretrizes internacionais (Pizarro; 2024). A construção de uma regulação eficaz requer não apenas normas claras, mas também instrumentos técnicos, fiscais e educativos que promovam a adoção segura e ética da IA.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido com base em uma revisão sistemática integrativa, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar publicações científicas que tratam da aplicação da Inteligência Artificial no design de produtos com foco em conformidade técnica e regulatória. A escolha dessa abordagem metodológica se justifica pela possibilidade de reunir diferentes tipos de estudos (teóricos, empíricos, técnicos e normativos), permitindo uma análise ampla e crítica sobre o tema em questão.

A busca por materiais foi realizada entre os meses de março e abril de 2025, abrangendo o período de publicação entre os anos de 2018 e 2024, com o intuito de garantir a atualidade das discussões e o alinhamento com os avanços recentes da tecnologia e da regulamentação da IA. As



principais bases de dados utilizadas para levantamento dos artigos foram: Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink e Periódicos da CAPES. Também foram incluídos documentos técnicos e institucionais relevantes, como diretrizes da UNESCO, do CIPL e relatórios legislativos brasileiros.

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (a) artigos completos e disponíveis em português, inglês ou espanhol; (b) publicações que abordam a aplicação da IA em contextos de conformidade técnica, regulamentação, design de produto ou compliance corporativo; (c) documentos entre os anos de 2018 e 2024; e (d) estudos com metodologias claramente descritas. Como critérios de exclusão, desconsideraram-se: (a) publicações repetidas em mais de uma base; (b) textos sem rigor metodológico evidente, como artigos de opinião; (c) estudos voltados exclusivamente à IA em marketing ou finanças, sem relação com o tema de conformidade técnica.

A análise dos dados seguiu as seguintes etapas metodológicas: (1) leitura exploratória dos títulos e resumos para triagem inicial; (2) leitura na íntegra dos textos selecionados; (3) organização dos estudos conforme critérios temáticos; e (4) categorização dos artigos com base nos seguintes aspectos: autores e data, objetivo do estudo, tipo de tecnologia de IA utilizada, metodologia aplicada, principais resultados e limitações apontadas.

A sistematização final foi realizada por meio de uma tabela comparativa que apresenta, de forma sintética, as contribuições centrais de cada estudo selecionado. Essa organização permitiu a estruturação da discussão por eixos temáticos e a identificação de convergências e lacunas nas abordagens encontradas na literatura atual.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresenta-se uma síntese dos estudos selecionados para esta revisão sistemática integrativa. A tabela organiza os artigos de acordo com seus objetivos, tecnologias de IA utilizadas, metodologias adotadas, principais resultados obtidos e limitações apontadas, permitindo uma visão comparativa das contribuições relevantes para o campo da conformidade técnica automatizada.

**Tabela 1** - Resumo dos estudos analisados sobre a aplicação da IA na conformidade técnica de produtos

<b>Autor (Ano)</b>	<b>Objetivo do Estudo</b>	<b>Tecnologia IA</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Principais Resultados</b>	<b>Limitações Apontadas</b>
<b>Arora et al.; 2024</b>	Propor framework CompliAT para verificar conformidade técnica com IA	LLMs, NLP, RAG	Proposta teórica com exemplo prático	Reduz tempo, automatiza classificação e relatórios	Sem validação empírica; depende de curadoria humana
<b>Barbara et al.; 2024</b>	Verificar conformidade de painéis elétricos com IA neuro-simbólica	Deep Learning, ASP	DL com dados sintéticos + ASP	Alta precisão e escalabilidade mesmo sem dados reais	Limitações com sobreposição de componentes e imagens com



<b>Dias et al.; 2023</b>	Apresentar TestLab para testes automatizados com IA	ML, RL, NLP	Framework com 3 módulos independentes	Alta cobertura de testes, integração com CI/CD	ângulo desfavorável Falta validação prática; dependência do usuário para valores esperados
<b>Silva; Domingues; 2024</b>	Analisar desafios do <i>Privacy by Design</i> no ciclo da IA	IA Generativa, Anonimização	Revisão bibliográfica crítica	Defende privacidade desde o design; alerta para riscos éticos	Ausência de diretrizes operacionais claras
<b>Pizarro; 2024</b>	Discutir impactos éticos da IA no design	Big Data, Algoritmos, UNESCO	Revisão teórica e crítica	Traduz princípios da UNESCO em ações de design	Sem validação empírica; estudo conceitual
<b>Pizarro; 2024</b>	Analisar impactos sociais do app Lensa com base na ética da IA	IA Generativa, Stable Diffusion	Estudo de caso documental	Crítica exploração de dados faciais e estilos artísticos	Análise de um único produto; sem testes técnicos
<b>Dias; Ferreira; 2023</b>	Avaliar riscos e benefícios da IA no compliance corporativo	ML, Chatbots, Preditivos	Revisão + estudo de caso (Alice/CGU)	IA reduz fraudes, automatiza compliance e monitoramento	Riscos de viés, decisões opacas, falta de supervisão
<b>CIPL; 2023</b>	Oferecer recomendações globais para regulamentação de IA	Governança em 3 camadas	Proposta normativa	Propõe <i>sandboxes</i> , supervisão inteligente e responsabilidade organizacional	Risco de sobrecarga regulatória e falta de clareza jurídica
<b>Nazareno; 2024</b>	Discutir experiências internacionais e desafios da regulação de IA no Brasil	IA Generativa, Marcos Legais	Estudo legislativo comparado	Propõe classificação por risco, rastreabilidade e autoridade nacional reguladora	Falta de padronização e risco de inibir inovação
<b>Melo et al.; 2022</b>	Comparar estratégias regulatórias de IA em 5 países	ISO/IEC, Soft Law, Sandboxes	Estudo de caso comparado	Mapeia ações da UE, EUA, RU, AUS e Japão; sugere diretrizes para o Brasil	Dificuldade de harmonização global e falta de métricas objetivas

Fonte: A autora (2025)

A análise integrada dos estudos selecionados permite identificar padrões, contradições e lacunas relevantes para compreender como a Inteligência Artificial tem sido aplicada ao processo de conformidade técnica no design de produtos. Ao sistematizar as contribuições de diferentes áreas como engenharia, ciência da computação, direito e ética tecnológica torna-se possível observar os avanços metodológicos e também os limites práticos e regulatórios que ainda restringem a adoção plena dessas tecnologias. A diversidade de abordagens encontradas evidencia que o campo se encontra em consolidação, com propostas inovadoras que nem sempre são acompanhadas de validação empírica ou de diretrizes normativas consolidadas.

Entre os estudos que apresentam aplicações práticas, destacam-se aqueles que propõem frameworks completos e tecnologias já testadas em contextos reais ou simulados. Arora et al. (2024) desenvolveram o sistema CompliAT, que utiliza modelos de linguagem para verificar a conformidade de produtos assistivos com normas ISO, automatizando tarefas que antes exigiam tempo e conhecimento especializado. Da mesma forma, Barbara et al. (2024) propuseram uma abordagem neuro-simbólica para inspecionar painéis elétricos com alta precisão, combinando *deep learning* com programação lógica. Já Dias et al. (2023) apresentaram o TestLab, um ambiente de testes inteligentes que emprega aprendizado por reforço e processamento de linguagem para identificar falhas em softwares, otimizando o controle de qualidade técnico.

Em contraste, outros estudos adotam uma abordagem mais conceitual e normativa, priorizando discussões éticas, legais e filosóficas. Silva; Domingues (2024) analisam os desafios de implementar o *Privacy by Design* em sistemas com IA, apontando a necessidade de mudanças estruturais nos processos de desenvolvimento. Pizarro (2024) discute a influência do design na manutenção de práticas injustas e propõe a aplicação de princípios da UNESCO para mitigar desigualdades algorítmicas. Já o relatório do CIPL (2023) oferece diretrizes estratégicas para regulamentações globais, defendendo uma supervisão inteligente baseada em resultados e responsabilidade organizacional.

A comparação entre esses grupos de estudos evidencia a complementaridade entre prática e teoria. Enquanto as propostas técnicas mostram o potencial da IA para aumentar a eficiência, reduzir erros e automatizar a conformidade, os trabalhos conceituais lembram que a implementação dessas ferramentas sem um lastro ético e normativo pode gerar riscos significativos. A maioria das soluções práticas, embora promissora, ainda carece de validação empírica robusta e enfrenta obstáculos relacionados à interpretação jurídica, à aceitabilidade social e à transparência de seus processos decisórios. Assim, percebe-se que o avanço técnico precisa caminhar ao lado da construção de diretrizes éticas e regulatórias para garantir não apenas funcionalidade, mas também legitimidade e segurança.

Entre as tecnologias de Inteligência Artificial identificadas nos estudos analisados, algumas se destacam pela alta aplicabilidade e pelo impacto direto nos processos de verificação de conformidade. Os Large Language Models (LLMs) e ferramentas baseadas em Processamento de Linguagem Natural (NLP), por exemplo, têm ganhado espaço por sua capacidade de compreender e interpretar documentos técnicos complexos. Arora et al. (2024) demonstraram como essas tecnologias podem ser aplicadas na análise automatizada de normas ISO, permitindo não apenas a classificação de produtos, mas também a sugestão de ajustes estruturais com base em exigências normativas.

O uso de NLP também está presente no ambiente de testes inteligentes proposto por Dias et al. (2023), o TestLab, que emprega essa tecnologia para gerar scripts de testes a partir do código-fonte, cobrindo diferentes níveis de validação automatizada. Nesse contexto, a inteligência artificial não

apenas amplia a cobertura de testes, como também contribui para a rastreabilidade e a consistência do desenvolvimento de software em setores regulados.

Outro avanço relevante está na combinação entre Deep Learning e Answer Set Programming (ASP), como proposto por Barbara et al. (2024). A integração dessas duas abordagens resulta em sistemas neuro-simbólicos capazes de realizar inspeções visuais com acurácia elevada, mesmo quando os dados disponíveis são escassos. Essa arquitetura híbrida oferece vantagens tanto em termos de desempenho técnico quanto de interpretação lógica, sendo especialmente útil em cenários onde decisões precisam ser justificadas com base em regras explícitas.

Em contrapartida, o uso de modelos generativos como o Stable Diffusion, analisado por Pizarro (2024) no estudo de caso do aplicativo Lensa, revela riscos éticos importantes. Apesar de seu potencial criativo, essas tecnologias podem ser utilizadas para reproduzir padrões discriminatórios, violar direitos autorais e comprometer a privacidade dos usuários, especialmente quando os dados utilizados para treinamento não são claramente regulados ou auditáveis.

O potencial dessas tecnologias para automatizar a leitura de normas técnicas, interpretar dados estruturais e gerar relatórios de conformidade é inegável. No entanto, à medida que ganham autonomia e complexidade, cresce também a necessidade de garantir sua explicabilidade, ou seja, a capacidade de demonstrar de forma clara como as decisões foram tomadas. Silva; Domingues (2024) ressaltam que, sem mecanismos adequados de transparência, a IA pode se tornar uma ferramenta opaca, dificultando a responsabilização e a correção de eventuais falhas.

Apesar do avanço técnico evidenciado em várias das propostas analisadas, uma das barreiras mais recorrentes é a ausência de validação empírica robusta. Arora et al. (2024), por exemplo, apresentam um framework promissor baseado em modelos de linguagem, mas ainda sem testes em ambientes reais ou resultados publicados em contextos industriais. Situação semelhante é observada no estudo de Pizarro (2024), que analisa os impactos éticos da IA no design digital, mas não realiza testes práticos com usuários ou ambientes simulados. O relatório do CIPL (2023) também carece de dados experimentais, concentrando-se em recomendações estratégicas, o que limita a comprovação da efetividade de suas propostas regulatórias.

Além da carência de validação, os riscos éticos e legais permeiam quase todos os estudos, sobretudo no que diz respeito ao uso de dados sensíveis, à opacidade dos algoritmos e à possibilidade de discriminação automatizada. Silva; Domingues (2024) alertam para os perigos da anonimização reversível e para a dificuldade de garantir a minimização de dados em sistemas de IA. Já Dias; Ferreira (2023) destacam a importância de manter a supervisão humana nos processos automatizados de compliance, apontando que decisões algorítmicas opacas podem reforçar desigualdades e gerar impactos negativos na gestão corporativa.

No contexto brasileiro, os desafios regulatórios também se destacam como obstáculos à implementação segura da IA. Nazareno (2024) aponta a falta de padronização normativa, a ausência de uma autoridade reguladora especializada e o risco de que regulações excessivamente restritivas acabem por inibir a inovação tecnológica. O debate em torno dos Projetos de Lei 21/2020 e 2338/2023 revela as tensões entre garantir proteção aos cidadãos e, ao mesmo tempo, preservar a competitividade do setor produtivo nacional.

Diante dessas barreiras, torna-se evidente a necessidade urgente de regulamentações específicas e estruturadas, que considerem os riscos reais das tecnologias, promovam a transparência dos sistemas e incentivem boas práticas desde a concepção dos projetos. O CIPL (2023) defende uma abordagem regulatória em camadas, aliando princípios éticos à responsabilização organizacional e à supervisão inteligente, como forma de promover um ambiente normativo que seja, ao mesmo tempo, seguro e inovador.

A análise dos estudos revela que determinados setores vêm se destacando na adoção de tecnologias de Inteligência Artificial aplicadas à conformidade técnica. A área da engenharia é uma das que mais avançou, com propostas concretas para automatizar etapas críticas do desenvolvimento de produtos. Barbara et al. (2024) demonstraram como a inspeção de componentes elétricos pode ser realizada por meio de uma arquitetura neuro-simbólica, capaz de detectar inconformidades visuais com alta precisão mesmo em imagens complexas. Da mesma forma, Arora et al. (2024) desenvolveram um sistema voltado para a classificação automática de produtos assistivos com base em normas ISO, utilizando modelos de linguagem que processam dados técnicos e geram relatórios de conformidade.

Na área da saúde, a exigência por segurança e rastreabilidade tem incentivado iniciativas voltadas à regulação de softwares médicos e dispositivos inteligentes. Silva; Domingues (2024) discutem os desafios da aplicação do *Privacy by Design* nesse setor, onde a sensibilidade dos dados pessoais exige cuidados redobrados. Já Nazareno (2024) destaca que órgãos como a ANVISA vêm aprimorando seus protocolos para acompanhar as transformações tecnológicas, inspirando-se em práticas de órgãos internacionais como a FDA, que exige validações rigorosas para produtos baseados em IA.

Outro setor com aplicação relevante é o de tecnologia da informação, sobretudo no desenvolvimento de software e compliance público. O projeto TestLab, descrito por Dias et al. (2023), propõe um ambiente de testes inteligentes que permite validar funcionalidades automatizadas em código, contribuindo para o controle de qualidade em ciclos de desenvolvimento acelerados. Já o sistema Alice, citado por Dias; Ferreira (2023), mostra como a IA pode ser usada no setor público para identificar fraudes em compras governamentais, melhorando a transparência e a eficácia das ações de fiscalização.

No campo da regulação internacional, há um esforço crescente para estabelecer parâmetros globais sobre o uso da IA. O CIPL (2023) propõe um modelo normativo que combina princípios éticos, responsabilidade organizacional e supervisão técnica, enquanto Nazareno (2024) analisa como o Brasil pode adaptar tais diretrizes à sua realidade legislativa. Países como o Reino Unido e os membros da União Europeia também aparecem com frequência nos estudos como referências em regulamentações mais consolidadas, especialmente ao adotarem modelos baseados em classificação de risco e interoperabilidade internacional.

Por outro lado, algumas áreas estratégicas ainda estão pouco representadas na literatura, como a indústria agroalimentar, o setor jurídico e o ensino técnico-profissional. A escassez de estudos nesses campos indica uma oportunidade de pesquisa futura, sobretudo na adaptação de soluções de IA para contextos menos digitalizados ou com regulamentações setoriais fragmentadas. Essa lacuna reforça a necessidade de expandir o debate interdisciplinar e de promover o uso responsável da IA em diferentes segmentos da sociedade.

As aplicações da Inteligência Artificial em contextos regulados não envolvem apenas questões técnicas, mas também profundas implicações sociais e jurídicas. O uso de dados pessoais em larga escala, muitas vezes sensíveis, demanda uma atenção especial à proteção dos direitos fundamentais. Silva; Domingues (2024) discutem os riscos relacionados à anonimização reversível e ao tratamento automatizado de informações, alertando que, mesmo com o uso de técnicas como pseudonimização, a exposição do indivíduo continua sendo uma possibilidade concreta. Pizarro (2024) reforça essa preocupação ao argumentar que, quando não são orientadas por princípios éticos, as decisões algorítmicas podem reforçar desigualdades históricas e tornar invisíveis os impactos sociais da tecnologia.

A construção de estruturas de governança ética para a IA tem sido um dos focos de instituições internacionais como a UNESCO. O documento publicado pela organização em 2021 propõe diretrizes voltadas à proteção de direitos humanos, inclusão, diversidade e sustentabilidade, temas que também aparecem como centrais nas recomendações do CIPL (2023), que defende a adoção de regulamentações baseadas em riscos, responsabilidade organizacional e supervisão inteligente. Arora et al. (2024) também destacam a importância da explicabilidade dos modelos, enfatizando que a compreensão dos processos decisórios automatizados é fundamental para garantir a transparência e a confiança social na adoção da IA.

A questão da inclusão em ambientes automatizados é particularmente sensível quando se trata de serviços públicos ou produtos com grande impacto social. A ausência de critérios claros de acessibilidade e a falta de representação de diferentes grupos sociais nos dados de treinamento podem levar a exclusões sistêmicas e a reforço de desigualdades já existentes. Em contextos de alta burocratização e baixa transparência, como ocorre em algumas instâncias da administração pública, a

IA corre o risco de apenas automatizar práticas excludentes se não for acompanhada por políticas públicas orientadas à equidade (Pizarro; 2024).

No caso de países em desenvolvimento, como o Brasil, a carência de medidas técnicas padronizadas para mitigar riscos algorítmicos torna ainda mais urgente a criação de mecanismos institucionais de controle e avaliação. Nazareno (2024) aponta que a ausência de uma autoridade reguladora dedicada, somada à falta de recursos técnicos e humanos nos órgãos fiscalizadores, dificulta a implementação de políticas públicas que garantam a segurança jurídica e a proteção de direitos no uso da IA. Esse cenário reforça a necessidade de internacionalização de boas práticas, além da capacitação técnica contínua de profissionais envolvidos na cadeia de desenvolvimento e regulação tecnológica.

## 5 CONCLUSÃO

A análise dos estudos selecionados nesta revisão sistemática integrativa demonstra que a Inteligência Artificial possui alto potencial para otimizar os processos de conformidade técnica em diferentes setores. Tecnologias como modelos de linguagem, algoritmos simbólicos e visão computacional vêm sendo aplicadas na automatização da leitura de normas, na verificação de estruturas e na geração de relatórios regulatórios, contribuindo para a redução de erros humanos e para a antecipação de falhas durante o desenvolvimento de produtos.

Este estudo oferece uma visão atualizada sobre a relação entre IA e conformidade normativa, reunindo contribuições relevantes que podem servir de referência para pesquisadores, profissionais e reguladores. A sistematização temática dos estudos permitiu mapear os setores mais avançados e reforçar a importância de integrar inovação tecnológica com responsabilidade ética e legal. Ainda assim, foram observadas limitações importantes, como a ausência de validações empíricas e a fragmentação entre abordagens técnicas e jurídicas, além das restrições impostas pelos critérios de seleção e recorte temporal da revisão.



## REFERÊNCIAS

- ARORA, C.; GRUNDY, J.; PULI, L.; LAYTON, N. Towards Standards-Compliant Assistive Technology Product Specifications via LLMs. arXiv preprint arXiv:2404.03122, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2404.03122>. Acesso em: 25 mar. 2025.
- BARBARA, V. et al. Neuro-Symbolic AI for Compliance Checking of Electrical Control Panels. arXiv preprint arXiv:2305.10113, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2305.10113>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. Regulação da Inteligência Artificial. Brasília, DF: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2023. Disponível em: <https://bd.camara.leg.br/bd/bitstreams/e70dbbf8-faaa-4347-b023-30a187ee8bf2/download>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- DIAS, C. C.; FERREIRA, R. V. O uso da inteligência artificial na atividade de compliance: riscos e benefícios. Revista Científica do CPJM, v. 2, n. 8, p. 219-234, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/374929195\\_O\\_uso\\_da\\_inteligencia\\_artificial\\_na\\_atividade\\_de\\_compliance\\_riscos\\_e\\_beneficios](https://www.researchgate.net/publication/374929195_O_uso_da_inteligencia_artificial_na_atividade_de_compliance_riscos_e_beneficios). Acesso em: 30 mar. 2025.
- DIAS, T. et al. TestLab: An Intelligent Automated Software Testing Framework. arXiv preprint arXiv:2306.03602, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2306.03602>. Acesso em: 21 mar. 2025.
- ENAP – ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. Regulação da Inteligência Artificial. Brasília, DF: ENAP, 2022. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/7419/1/2022.12.08%20-%20Regula%C3%A7%C3%A3o%20da%20Intelig%C3%Aancia%20Artificial.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- INFORMATION POLICY CENTRE. Dez recomendações para uma Regulamentação Global de IA. Centro de Política de Informação e Liderança, 2023. Disponível em: [https://www.informationpolycyentre.com/uploads/5/7/1/0/57104281/cipl\\_ten\\_recommendations\\_global\\_ai\\_regulation\\_portuguese\\_oct23.pdf](https://www.informationpolycyentre.com/uploads/5/7/1/0/57104281/cipl_ten_recommendations_global_ai_regulation_portuguese_oct23.pdf). Acesso em: 02 abr. 2025.
- PIZARRO, C. V. Desafios para o Design na era da Inteligência Artificial: reflexões e proposições para favorecer a ética no projeto. Cuaderno 221 | Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, p. 57-69, 2024. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9684615.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2025.
- PIZARRO, C. V. Design e ética em IA: reflexões a partir do impacto social do Lensa enquanto produto digital baseado em Inteligência Artificial. Revista Design & Tecnologia, v. 17, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/382805004\\_Design\\_e\\_etica\\_em\\_IA\\_reflexoes\\_a\\_partir\\_do\\_impacto\\_social\\_do\\_Lensa\\_enquanto\\_produto\\_digital\\_baseado\\_em\\_Inteligencia\\_Artificial](https://www.researchgate.net/publication/382805004_Design_e_etica_em_IA_reflexoes_a_partir_do_impacto_social_do_Lensa_enquanto_produto_digital_baseado_em_Inteligencia_Artificial). Acesso em: 23 mar. 2025.
- SILVA, T. D.; DOMINGUES, P. M. Inteligência Artificial e Privacidade: Os desafios do Privacy by Design. ARC: Avanços em Representação do Conhecimento, v. 4, n. 2, p. 160-191, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/advances-kr/article/download/52813/44775/199635>. Acesso em: 18 mar. 2025.