

# **Proposta de Requisitos Não Funcionais para aderência de sistemas computacionais ao Projeto de Lei de Regulamentação da Inteligência Artificial**

Giovanni Bruno Travassos de Carvalho



**CENTRO DE INFORMÁTICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

João Pessoa, PB  
Outubro - 2024

Giovanni Bruno Travassos de Carvalho

# Proposta de Requisitos Não Funcionais para aderência de sistemas computacionais ao Projeto de Lei de Regulamentação da Inteligência Artificial

Monografia apresentada ao curso Engenharia da  
Computação do Centro de Informática, da  
Universidade Federal da Paraíba, como requisito  
para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia da Computação

Orientadora: Danielle Rousy Dias Ricarte

João Pessoa, PB  
Outubro – 2024

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C331p Carvalho, Giovanni Bruno Travassos de.

Proposta de requisitos não funcionais para aderência de sistemas computacionais ao projeto de lei de regulamentação da inteligência artificial / Giovanni Bruno Travassos de Carvalho. - João Pessoa, 2024.

55 f. : il.

Orientação: Danielle Rousy Dias Ricarte Ricarte.  
TCC (Graduação) - UFPB/CI.

1. Inteligência artificial. 2. PL 2338/2023. 3. Requisitos não funcionais. 4. Ética. 5. Transparência.  
I. Ricarte, Danielle Rousy Dias Ricarte. II. Título.

UFPB/CI

CDU 004.8



CENTRO DE INFORMÁTICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia da Computação intitulado *Proposta de Requisitos Não Funcionais para aderência de sistemas computacionais ao Projeto de Lei de Regulamentação da Inteligência Artificial* de autoria de **Giovanni Bruno Travassos de Carvalho**, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Prof. Dr. Danielle Rousy Dias Ricarte  
UFPB

---

Me. Gabriel da Silva Belarmino  
PPGI/UFPB

---

Me. Luiz Fernando Fonseca Pinheiro de Lima  
PPGI/UFPB

João Pessoa, 04 de novembro de 2024

Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba  
Rua dos Escoteiros, Mangabeira VII, João Pessoa, Paraíba, Brasil CEP: 58058-600  
Fone: +55 (83) 3216 7093 / Fax: +55 (83) 3216 7117

*“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.” (Albert Einstein)*

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram para chegar até aqui, todos que me ajudaram a passar pelos momentos difíceis durante o curso. Em especial, dedico a minha Avó, meus irmãos, e minha namorada, por toda compreensão e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, em especial minha vó Nora que foi meu maior incentivo e força para chegar até aqui. Obrigado por tudo, vó.

A minha namorada, Malu, obrigado pelo apoio, incentivo, compreensão e auxílio em todo momento que precisei.

Agradeço aos meus professores do Centro de Informática, por toda dedicação no ensino e ajuda quando necessário. Agradecimento especial a minha orientadora, Danielle Rousy, pelos ensinamentos e apoio, e a Luiz Fernando de Lima, que fez parte do nosso grupo de estudos sobre ética na IA e me ajudou bastante.

Agradeço aos meus colegas e amigos conquistados durante o curso, que sempre me apoiaram e ajudaram quando precisei.

Agradeço a Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade.

## RESUMO

Este trabalho propõe requisitos não funcionais (RNF) para promover a aderência de sistemas de inteligência artificial (IA) à legislação brasileira, especificamente ao PL 2338/2023, que visa regular o desenvolvimento e a utilização ética da IA no país. A justificativa para o estudo reside na crescente necessidade de regulamentação da IA, que apresenta desafios éticos e técnicos, especialmente em sistemas complexos e de alto risco. Foram identificados 32 requisitos não funcionais, categorizados em sete grupos de requisitos legais de produto, mapeando-se a relação entre cada RNF e o artigo correspondente da lei. A metodologia adotada incluiu uma análise teórica da regulamentação brasileira e de literatura especializada para a criação e classificação dos requisitos, com a aplicação de uma taxonomia unificada de RNF. Os principais resultados incluem a organização dos requisitos e a análise de vantagens, dificuldades de implementação e sanções previstas para o não cumprimento dos RNFs. O trabalho contribui para a conformidade legal e para a implementação de práticas de governança que assegurem a segurança, transparência e ética nos sistemas de IA, estabelecendo uma base para futuras pesquisas que validem e ampliem o conjunto de requisitos propostos.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial, PL 2338/2023, Requisitos não funcionais, Ética, Transparência.

## ABSTRACT

This paper proposes non-functional requirements (NFR) to promote the oversight of artificial intelligence (AI) systems in Brazilian legislation, specifically in Bill 2338/2023, which aims to regulate the development and ethical use of AI in the country. The justification for the study lies in the growing need for AI regulation, which presents ethical and technical challenges, especially in complex and high-risk systems. Thirty-two non-functional requirements were identified, categorized into seven groups of legal product requirements, mapping the relationship between each NFR and the corresponding article of the law. The methodology included a theoretical analysis of Brazilian regulations and specialized literature for the creation and classification of requirements, with the application of a unified NFR taxonomy. The main requirements include the organization of the requirements and the analysis of advantages, implementation difficulties and expected assessments for non-compliance with the NFR. The work contributes to legal compliance and the implementation of governance practices that ensure security, transparency, and ethics in AI systems, establishing a basis for future research that validates and expands the set of proposed requirements.

**Key-words:** Artificial Intelligence, PL 2338/2023, Non-functional requirements, Ethics, Transparency.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Taxonomia de RNF proposta por Sommerville.....	25
Figura 2: Taxonomia de RNF proposta pela ISO/IEC 25010.....	25
Figura 3: Taxonomia unificada dos RNFs.....	26
Figura 4: Taxonomia para RNF utilizada.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: RNFs de confiabilidade identificados.....	35
Tabela 2: RNFs de usabilidade identificados.....	36
Tabela 3: RNFs de transparência identificados.....	37
Tabela 4: RNFs de manutenibilidade identificados.....	38
Tabela 5: RNFs de performance e eficiência identificados.....	38
Tabela 6: RNFs de segurança identificados.....	39
Tabela 7: RNFs éticos identificados.....	42
Tabela 8: Relação entre os RNFs e os Artigos da PL 2338/2023.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS

IA	–	Inteligência Artificial
RNF	–	Requisitos Não Funcionais
OCDE	–	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ISO	–	International Organization for Standardization
PL	–	Projeto de Lei
LGPD	–	Lei Geral de Proteção de Dados
RGPD	–	Regulamento Geral sobre Proteção de Dado

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. CONTEXTO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>17</b>
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>1.4. ESTRUTURA DA MONOGRAFIA .....</b>	<b>18</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. ENGENHARIA DE REQUISITOS .....</b>	<b>19</b>
2.1.1. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS (RNF) .....	19
2.1.2. REQUISITOS FUNCIONAIS.....	20
<b>2.2. PROJETO DE LEI 2338/2023 – REGULAMENTAÇÃO DA IA NO BRASIL .....</b>	<b>20</b>
2.2.1. PRINCIPAIS DISPOSIÇÕES .....	21
2.2.2. DEFINIÇÕES ADOTADAS PELA LEI.....	22
2.2.3. CATEGORIZAÇÃO DOS RISCOS .....	23
2.2.3.1. Risco Excessivo.....	23
2.2.3.2. Alto Risco.....	24
<b>2.3. TAXONOMIA UNIFICADA PARA RNF .....</b>	<b>24</b>
2.3.1. TAXONOMIA DE RNF .....	24
2.3.2. TAXONOMIA UNIFICADA .....	26
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3. ANÁLISE E RESULTADOS: ELABORAÇÃO DOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS.....</b>	<b>28</b>
<b>4. ANÁLISE E LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1. PROCESSO DE LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS .....</b>	<b>29</b>
4.1.1. ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO .....	30

4.1.2.	REVISÃO DA LITERATURA .....	30
4.1.3.	UNIFICAÇÃO E TAXONOMIA DOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS .....	30
<b>4.2.</b>	<b>MAPEAMENTO DOS RNFS COM BASE NO PL 2338/2023 .....</b>	<b>32</b>
4.2.1.	REQUISITOS LEGAIS.....	33
4.2.2.	REQUISITOS DE PRODUTO.....	34
4.2.2.1.	Requisitos de Confiabilidade.....	34
4.2.2.2.	Requisitos de Usabilidade .....	36
4.2.2.3.	Requisitos de Transparência.....	36
4.2.2.4.	Requisitos de Manutenibilidade .....	37
4.2.2.5.	Requisitos de Performance e Eficiência .....	38
4.2.2.6.	Requisitos de Segurança.....	39
4.2.2.7.	Requisitos Éticos .....	42
<b>4.3.</b>	<b>ALINHAMENTO DOS RNF COM OS PRINCÍPIOS REGULATÓRIOS ....</b>	<b>43</b>
<b>4.4.</b>	<b>DISCUSSÃO DAS IMPLICAÇÕES DO NÃO CUMPRIMENTO DOS RNF</b>	<b>45</b>
4.4.1.	DIFICULDADES NA BUSCA POR CONFORMIDADE .....	45
4.4.2.	VANTAGENS DA CONFORMIDADE.....	47
4.4.3.	SANÇÕES ADMINISTRATIVAS .....	48
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>5.1.</b>	<b>LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....</b>	<b>50</b>
<b>5.2.</b>	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Contexto

A Inteligência Artificial é uma das tecnologias mais impactantes e fascinantes da atualidade, e segue crescendo tanto em capacidade, quanto em campos de atuação. No entanto, por ser um tema bastante amplo, definir a IA não é tão simples. Segundo Russel e Norvig, Inteligência Artificial é um campo da computação que estuda a construção de entidades inteligentes, ou seja, máquinas que parecem ter inteligência humana. [RUSSELL; NORVIG, 2010]

Nas últimas décadas, a IA tem evoluído rapidamente, passando de uma área de pesquisa teórica para uma tecnologia amplamente utilizada em diversas indústrias, incluindo saúde, finanças, educação, e transporte. Tecnologias como aprendizado de máquina, redes neurais e processamento de linguagem natural estão na vanguarda dessa revolução, permitindo que sistemas de IA realizem atividades cada vez mais sofisticadas e autônomas.

No entanto, à medida que a IA se integra mais profundamente na sociedade, surgem questões complexas relacionadas à sua regulamentação, pois o crescimento acelerado trouxe preocupações significativas em relação à privacidade, transparência e segurança. Devido à globalização e o amplo potencial de atuação da IA, uma falha em um sistema de larga escala pode prejudicar milhões de pessoas. Portanto, à medida em que as previsões baseadas em algoritmos se tornam mais comuns nas empresas em muitos setores, a necessidade de IA confiável se torna cada vez mais premente. [SILVA; ALVES, 2023]

A regulamentação da IA é essencial para garantir que o desenvolvimento e a aplicação dessas tecnologias sejam conduzidos de maneira ética e segura. A falta de regulamentação pode resultar em riscos significativos, como a ampliação de vieses existentes, a violação de privacidade, e a criação de desigualdades sociais [LUDGERO, 2024]. Além disso, há preocupações sobre a transparência e a responsabilidade dos sistemas de IA, especialmente em áreas críticas como a tomada de decisões automatizadas em processos judiciais, diagnósticos médicos e concessão de crédito.

Nesse contexto, a regulamentação da IA não se trata apenas de mitigar riscos, mas também de criar um ambiente onde a inovação possa prosperar de forma segura e inclusiva. Leis e diretrizes adequadas podem incentivar o desenvolvimento de IA responsável, promover a confiança do público nas tecnologias emergentes, e assegurar que os benefícios da IA sejam amplamente distribuídos.

A União Europeia tem sido pioneira no debate sobre a regulamentação da IA, tendo debatido esse assunto ao longo de vários anos e indicando um comprometimento de longo prazo com a regulamentação. Em abril de 2021, a Comissão Europeia propôs a versão inicial do texto de lei para regulamentação, chamado de *Artificial Intelligence Act (AI Act)*, que propõe a classificação dos sistemas em diferentes categorias de riscos e define requisitos para aplicações de IA de alto risco, enfatizando a transparência, a responsabilidade e a supervisão humana. O *EU AI Act* é alinhado com as definições de princípios proposta pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e serviu de inspiração para a maioria das regulamentações ao redor do globo.

Mostrando preocupação com a regulamentação da IA, o Brasil elaborou o Projeto de Lei nº 2338 de 2023. O PL 2338/2023, proposto pelo senador Rodrigo Pacheco (PSD-MG), visa estabelecer diretrizes e normas para o uso de tecnologias de Inteligência Artificial no Brasil, e está em tramitação no plenário.

Elaborado por um grupo composto por juristas, especialistas e representantes da sociedade civil, o texto do PL 2338/2023 estabelece diversas normas para o desenvolvimento e a implementação de sistemas de IA por empresas, assim como tenta assegurar que as pessoas tenham o direito de compreender como interagir com um sistema de IA, e de entender as decisões tomadas por esses sistemas.

## **1.2. Motivação e Justificativa**

Apesar do avanço das regulamentações, muitas organizações podem enfrentar desafios ao adaptar seus sistemas de IA às exigências legais. A ausência de diretrizes claras sobre como traduzir essas leis em requisitos técnicos, especialmente requisitos não funcionais, cria uma distância entre o desenvolvimento de IA e sua conformidade legal. Requisitos não funcionais, como segurança, auditabilidade e transparência, são

essenciais para garantir que sistemas de IA estejam aderentes às regulamentações, mas podem não ser priorizados no processo de desenvolvimento.

Por ser uma tecnologia nova, assim como o projeto de lei, e que cresce cada vez mais, muitas organizações podem não estar habituadas aos princípios dessa tecnologia, bem como aos princípios do projeto de lei. Alcançar a conformidade com a PL 2338/2023 é algo novo e muitas organizações podem enfrentar dificuldades para conseguir isso. Além disso, por ser baseada na *EU AI Act*, que norteia as regulamentações pelo mundo todo, a abordagem da lei brasileira também permitirá um diálogo facilitado entre as diferentes legislações de outros países, diminuindo o esforço de adequação das organizações no contexto brasileiro.

Diante do exposto, existe a necessidade de ajudar as organizações a atingir a conformidade com o PL 2338/2023 já que, por ser um tema recente, existem poucas abordagens sobre o assunto, sendo a maior parte estudos feitos por estudiosos da área de direito.

Ao propor um conjunto de requisitos que possam guiar o desenvolvimento de sistemas de IA de maneira consistente com as regulamentações, este trabalho busca facilitar o alinhamento entre tecnologia e leis, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas mais seguros e transparentes. Isso não só beneficia as organizações que utilizam IA, mas também promove uma maior confiança pública na adoção dessa tecnologia.

### **1.3. Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é propor um conjunto de requisitos não funcionais que auxiliam a aderência de sistemas de Inteligência Artificial às regulamentações, usando como base o PL 2338/2023, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias mais seguras, transparentes e alinhadas aos princípios éticos e legais. Através dessa proposta, busca-se oferecer um referencial prático para empresas e desenvolvedores que desejam assegurar a conformidade de seus sistemas de IA com as leis em constante evolução.

### **1.3.1. Objetivos Específicos**

- I. Analisar na literatura possíveis trabalhos relacionados à Engenharia de Requisitos com o tema de conformidade com regulamentações de IA;
- II. Analisar a principal regulamentação que orienta o uso da IA no Brasil, a PL 2338/2023;
- III. Analisar e extrair os requisitos não funcionais da regulamentação brasileira, utilizando um padrão de diretrizes consolidado;
- IV. Desenvolver uma tabela que relacione os requisitos não funcionais propostos às exigências legais;

### **1.4. Estrutura da Monografia**

Esta monografia está organizada da seguinte maneira:

- Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: revê conceitos essenciais utilizados ao longo desta pesquisa.
- Capítulo 3 – Metodologia: é apresentada a metodologia usada para a proposta de RNF.
- Capítulo 4 – Análise e Levantamento dos Requisitos Não Funcionais: é apresentado a análise detalhada dos RNF elaborados com base na legislação brasileira.
- Capítulo 5 – Conclusão: síntese das principais conclusões do trabalho, reflexão sobre as limitações do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.
- Capítulo 6 – Referências.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta conceitos base da literatura, em que podemos constituir o entendimento necessário para o trabalho. Serão elucidados conceitos da Engenharia de Requisitos e da taxonomia utilizada para classificação dos requisitos, assim como será apresentado os principais pontos da regulamentação e algumas das definições utilizadas.

### **2.1. Engenharia de Requisitos**

Engenharia de Requisitos é a área da engenharia de software responsável pela definição, documentação e manutenção das necessidades e funcionalidades que um sistema deve atender. Seu objetivo é garantir que o software atenda às expectativas e necessidades dos usuários e partes interessadas, evitando problemas como retrabalho ou falhas no desenvolvimento.

Esse processo envolve a coleta de informações por meio de entrevistas, workshops e análise de documentos, resultando na criação de requisitos funcionais, que descrevem o que o sistema deve fazer, e requisitos não funcionais, que são relacionados a características como desempenho, segurança e usabilidade. Além disso, a engenharia de requisitos inclui a validação e o gerenciamento contínuo dessas informações ao longo do ciclo de vida do projeto, garantindo que o sistema permaneça alinhado aos objetivos iniciais.

#### **2.1.1. Requisitos Não Funcionais (RNF)**

Requisitos não funcionais são características ou qualidades que um sistema deve ter, mas que não estão relacionadas às funcionalidades específicas do sistema. Eles definem como o sistema deve se comportar em termos de desempenho, segurança, escalabilidade, usabilidade, entre outros aspectos. Enquanto os requisitos funcionais descrevem o que o sistema faz, os requisitos não funcionais tratam de como ele faz isso.

Os requisitos não funcionais desempenham um papel essencial na garantia da qualidade do software. Eles impactam diretamente a satisfação do usuário, a viabilidade

técnica e até o cumprimento de normas regulatórias. Algumas das categorias mais comuns de requisitos não funcionais incluem:

- Desempenho: Tempo de resposta, tempo de processamento e uso de recursos.
- Escalabilidade: Capacidade de o sistema lidar com o aumento de carga.
- Segurança: Proteção de dados contra acessos não autorizados.
- Usabilidade: Facilidade com que o sistema pode ser utilizado por usuários finais.

No caso específico de sistemas de Inteligência Artificial, os requisitos não funcionais também incluem aspectos como transparência e conformidade ética, especialmente em relação às regulações de IA.

### **2.1.2. Requisitos Funcionais**

Requisitos funcionais descrevem as funcionalidades específicas que o sistema ou software deve executar, como ações, processos e comportamentos esperados. Eles definem o que o sistema deve fazer para atender às necessidades do usuário, abrangendo entradas, saídas e interações com outros sistemas.

Em um sistema tradicional, pode-se coletar e implementar muitos requisitos funcionais. Para um sistema de IA, a função ou propósito é muito mais focado, por exemplo, reconhecer um rosto ou diagnosticar uma doença. Assim, havendo menos requisitos funcionais, o levantamento de requisitos para um projeto de IA se concentra nos RNF associados diretamente a esses requisitos funcionais principais, por exemplo, precisão do reconhecimento facial, desempenho do diagnóstico, fazendo com que a satisfação efetiva dos RNF se torne particularmente crítica. [HORKOFF, J., 2019]

Diante do exposto, esse projeto se limita a propor apenas requisitos não funcionais com base na regulamentação, pois os requisitos funcionais são funcionalidades mais específicas, e variam de sistema pra sistema.

## **2.2. Projeto de Lei 2338/2023 – Regulamentação da IA no Brasil**

O PL 2338/2023 estabelece diretrizes para o desenvolvimento, implementação e uso de sistemas de inteligência artificial. Seu objetivo principal é assegurar que esses

sistemas sejam utilizados de maneira ética, segura e responsável, promovendo o bem-estar social e evitando prejuízos a indivíduos ou coletividades.

O Artigo 2º do projeto de lei dispõe que o desenvolvimento, a implementação e o uso de sistemas de IA no Brasil têm como fundamentos:

- I. a centralidade da pessoa humana;
- II. o respeito aos direitos humanos e aos valores democráticos;
- III. o livre desenvolvimento da personalidade;
- IV. a proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável;
- V. a igualdade, a não discriminação, a pluralidade e o respeito aos direitos trabalhistas;
- VI. o desenvolvimento tecnológico e a inovação;
- VII. a livre iniciativa, a livre concorrência e a defesa do consumidor;
- VIII. a privacidade, a proteção de dados e a autodeterminação informativa;
- IX. a promoção da pesquisa e do desenvolvimento com a finalidade de estimular a inovação nos setores produtivos e no poder público; e
- X. o acesso à informação e à educação, e a conscientização sobre o sistema de IA e suas aplicações.

### **2.2.1. Principais Disposições**

Entre os pontos principais do PL 2338/2023, podemos destacar:

- Definição de princípios para o desenvolvimento e uso da IA: o projeto estabelece princípios fundamentais, como não discriminação, segurança, transparência, responsabilidade e prestação de contas, que devem ser seguidos no desenvolvimento e utilização da inteligência artificial.
- Definição dos direitos das pessoas e grupos afetados: o projeto define que as pessoas e grupos afetados pela IA têm o direito à informação prévia quanto às suas interações com sistemas de IA; direito à privacidade e à proteção de dados pessoais; direito à determinação e à participação humana em decisões; direito à

não-discriminação e à correção de vieses discriminatórios diretos, indiretos, ilegais ou abusivos.

- **Categorização dos riscos:** o projeto prevê avaliação preliminar de riscos antes da introdução de sistemas de IA no mercado. Em caso de risco excessivo, os sistemas são vedados.
- **Sanções:** o projeto prevê uma série de penalidades para assegurar que agentes de IA operem com responsabilidade e em conformidade com a lei. As sanções incluem advertências e multas, podendo chegar a R\$50 milhões por infração ou até 2% do faturamento da empresa infratora, além de sanções mais graves como a publicização da infração, a suspensão parcial ou total das atividades do sistema, e até a proibição de tratar determinadas bases de dados.
- **Promoção da pesquisa e desenvolvimento em IA:** o projeto incentiva a pesquisa e o desenvolvimento de IA no Brasil através criação de um ambiente regulatório experimental para inovação (*sandbox* regulatório), um espaço controlado em que empresas podem testar novas tecnologias de forma limitada e supervisionada, para entidades que o requererem e preencherem os requisitos especificados pela lei.

### **2.2.2. Definições adotadas pela lei**

No Artigo 4º do PL 2338/2023 é passado algumas definições adotadas pela lei, que são necessárias para o entendimento da proposta deste trabalho:

- I. sistema de inteligência artificial: sistema computacional desenhado para inferir como atingir um dado conjunto de objetivos, utilizando abordagens baseadas em aprendizagem de máquina e/ou lógica e representação do conhecimento;
- II. fornecedor de sistema de inteligência artificial: pessoa natural ou jurídica, de natureza pública ou privada, que desenvolva um sistema de inteligência artificial com vistas a sua colocação no mercado ou a sua aplicação em serviço por ela fornecido;
- III. operador de sistema de inteligência artificial: pessoa natural ou jurídica, de natureza pública ou privada, que empregue ou utilize, sistema de inteligência artificial, salvo se o referido sistema for utilizado no âmbito de uma atividade pessoal de caráter não profissional;
- IV. agentes de inteligência artificial: fornecedores e operadores de sistemas de inteligência artificial;

- V. autoridade competente: órgão ou entidade da Administração Pública Federal responsável por zelar, implementar e fiscalizar o cumprimento desta lei em todo o território nacional;
- VI. discriminação: qualquer distinção, exclusão, restrição ou preferência, em qualquer área da vida pública ou privada, cujo propósito ou efeito seja anular ou restringir o reconhecimento, gozo ou exercício, em condições de igualdade, de um ou mais direitos ou liberdades previstos no ordenamento jurídico, em razão de características pessoais como origem geográfica, raça, cor ou etnia, gênero, orientação sexual, classe socioeconômica, idade, deficiência, religião ou opiniões políticas;
- VII. discriminação indireta: discriminação que ocorre quando normativa, prática ou critério aparentemente neutro tem a capacidade de acarretar desvantagem para pessoas pertencentes a grupo específico, ou as coloquem em desvantagem, a menos que essa normativa, prática ou critério tenha algum objetivo ou justificativa razoável e legítima à luz do direito à igualdade e dos demais direitos fundamentais.

### **2.2.3. Categorização dos riscos**

O PL 2338/2023 estabelece critérios de risco específicos para a classificação de sistemas de inteligência artificial, definindo dois níveis principais: risco excessivo e alto risco. Esta categorização visa diferenciar o grau de impacto que esses sistemas podem causar à segurança, aos direitos e às liberdades das pessoas, e assim determinar o nível de controle regulatório necessário para garantir sua conformidade.

#### **2.2.3.1. Risco Excessivo**

Sistemas classificados como de risco excessivo são considerados os mais prejudiciais, apresentando potenciais impactos significativos à integridade física, aos direitos fundamentais e à vida das pessoas. A regulamentação proíbe o uso de sistemas de IA classificados nessa categoria, exceto em situações e condições específicas detalhadas no PL, dado o potencial de causar lesões irreparáveis ou violar direitos básicos de maneira irreversível. Exemplos incluem sistemas de IA voltados para manipulação de comportamentos humanos sem consentimento ou que se baseiam em práticas discriminatórias para classificar indivíduos.

Esse tipo de risco é visto como incompatível com as normas e valores éticos de segurança pública, sendo altamente restrito e alvo de sanções rigorosas caso utilizado de forma indevida.

### **2.2.3.2. Alto Risco**

Sistemas de IA de alto risco, embora não proibidos, são regulamentados de forma rigorosa devido ao seu impacto potencial em setores críticos, como saúde, educação, segurança pública e justiça. Esses sistemas exigem uma série de medidas para assegurar a segurança, a transparência e a equidade em suas operações. A lei exige a implementação de controles específicos para garantir que esses sistemas sejam explicáveis, auditáveis e projetados para minimizar vieses discriminatórios.

Para sistemas de alto risco, a regulamentação demanda também avaliações de impacto algorítmico, auditorias e uma supervisão constante para garantir conformidade com os princípios regulatórios, especialmente em situações de alto impacto.

## **2.3. Taxonomia unificada para RNF**

Para classificação dos RNF foi utilizado uma taxonomia unificada para requisitos não funcionais proposta por Fabiane Benitti e Jaqueline Rhoden (2015). O artigo tem por objetivo propor uma taxonomia para RNF elaborada por meio da unificação de diversas taxonomias existentes na literatura. Abrangendo 90 aspectos relacionados com RNF e podendo ser utilizada como guia durante a elicitação de requisitos, a taxonomia proposta é uma forma de organizar os requisitos, facilitando a verificação, validação e reutilização desses requisitos.

### **2.3.1. Taxonomia de RNF**

O artigo analisa algumas propostas de taxonomia e organização dos RNF encontradas na literatura. A seguir serão apresentadas algumas das principais propostas de diferentes autores que foram consideradas na unificação das taxonomias.

A Figura 1 apresenta uma classificação criada por Sommerville (2007) que distingue os requisitos de produto, organizacionais e externos.



**Figura 1: Taxonomia de RNF proposta por Sommerville**

**Fonte: Sommerville (2007)**

Outra classificação de RNF considerada é a norma ISO/IEC 25010 (2010), que apresenta um modelo de qualidade para produtos de software. Essa norma prevê oito características principais, sendo uma delas, a funcionalidade, associada aos requisitos funcionais e as demais associadas aos RNF.



**Figura 2: Taxonomia de RNF proposta pela ISO/IEC 25010**

**Fonte: ISO/IEC 25010 (2010)**

### 2.3.2. Taxonomia Unificada

As duas taxonomias citadas estruturam a taxonomia unificada em dois níveis principais, o primeiro nível é baseado na taxonomia do Sommerville (2007) que divide os RNF em três classes: requisitos de produto que especificam os atributos de qualidade que o sistema deve apresentar; requisitos organizacionais que são derivados de políticas e procedimentos da organização; e requisitos externos que abrangem todos os requisitos derivados de fatores externos ao sistema e o seu processo.

A taxonomia proposta pela ISO/IEC 25010 (2010) baseia o segundo nível, dividindo os requisitos de produto de acordo com as sete características principais do software: confiabilidade, compatibilidade, usabilidade, eficiência, segurança, manutenibilidade e portabilidade.

Os requisitos organizacionais e externos foram divididos segundo a taxonomia definida pelo Sommerville (2007), que divide os requisitos organizacionais entre requisitos comerciais e restrições de desenho/projeto, e divide os requisitos externos entre requisitos legais e requisitos éticos.

A Figura 3 mostra a taxonomia unificada de RNFs baseada nas classificações encontradas na literatura.

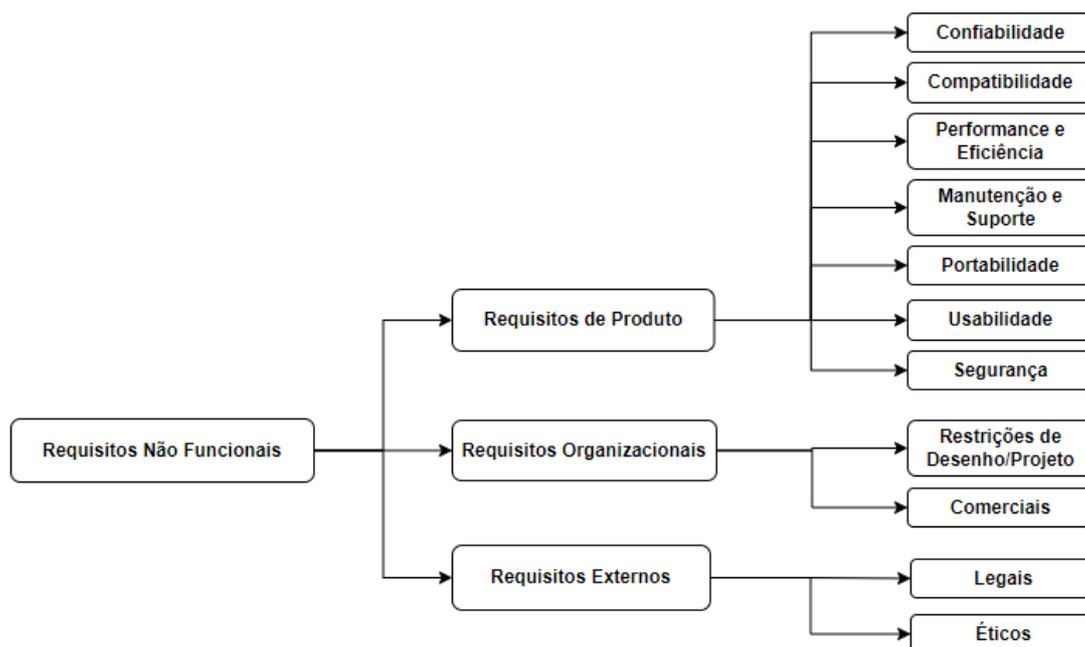


Figura 3: Taxonomia unificada dos RNF

Fonte: Uma Taxonomia Unificada Para Requisitos Não Funcionais (2015)

### **3. METODOLOGIA**

Este trabalho adota uma abordagem metodológica dividida em etapas para a análise e elaboração de requisitos não funcionais de sistemas de Inteligência Artificial (IA), com base no PL 2338/2023. A metodologia aplicada é tanto qualitativa quanto exploratória, com foco em revisão bibliográfica e análise normativa. A seguir, serão descritas as etapas de pesquisa e análise que fundamentam a abordagem proposta.

#### **3.1. Caracterização da pesquisa**

A pesquisa conduzida neste trabalho pode ser classificada como exploratória e descritiva. O caráter exploratório se justifica pela investigação das regulamentações de IA no Brasil, além da análise de artigos científicos e documentos legais. O objetivo é identificar as principais diretrizes e requisitos que possam ser aplicados à IA, estabelecendo uma base sólida para a proposta de requisitos não funcionais. Já o aspecto descritivo visa documentar de forma clara o processo de elaboração desses requisitos com base na legislação existente. A questão básica da pesquisa é:

- É possível identificar um conjunto básico de requisitos não funcionais essenciais que todo sistema de IA deve se preocupar durante sua fase de desenvolvimento? Caso positivo, quais seriam eles?

#### **3.2. Procedimentos metodológicos**

Como procedimento metodológico a pesquisa foi conduzida por revisões bibliográficas tendo como base a literatura produzida pelo tema e análise documental da regulamentação da IA. Essa etapa consiste na análise de regulamentações sobre IA, com foco na legislação proposta no Brasil, representada pela PL 2338/2023. Além disso, artigos acadêmicos, estudos e trabalhos relacionados ao desenvolvimento de requisitos não funcionais para sistemas de IA foram revisados para consolidar o entendimento das práticas e desafios atuais no contexto da regulamentação.

A análise dessas regulamentações busca identificar os requisitos de conformidade legal, tanto em nível de proteção de dados e privacidade, quanto em

transparência e acessibilidade dos sistemas. Essa etapa forneceu subsídios para mapear requisitos relevantes para os sistemas de IA, servindo como base para a formulação dos requisitos não funcionais propostos.

### **3.3. Análise e Resultados: Elaboração dos Requisitos Não Funcionais**

Com base nas regulamentações e na literatura revisada, os requisitos não funcionais foram elaborados seguindo uma taxonomia adaptada da taxonomia unificada proposta por Fabiane Benitti e Jaqueline Rhoden (2015). Essa taxonomia para RNF foi elaborada por meio da unificação de diversas taxonomias existentes na literatura e pode ser utilizada como guia durante a elicitação de requisitos. A taxonomia proposta é uma forma de organizar os requisitos, facilitando a verificação, validação e reutilização desses requisitos.

A partir do mapeamento das exigências legais do PL 2338/2023, foram extraídos requisitos que se enquadram em categorias propostas pela taxonomia como segurança, usabilidade, confiabilidade, entre outros. Cada requisito proposto foi detalhado de forma a garantir que os sistemas de IA desenvolvidos estejam em conformidade com as obrigações legais e éticas delineadas pela regulamentação analisada.

## **4. ANÁLISE E LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS**

Este capítulo tem como objetivo apresentar o processo de levantamento e análise dos requisitos não funcionais necessários para garantir que sistemas de inteligência artificial estejam em conformidade com as disposições estabelecidas pelo PL 2338/2023, que visa regulamentar o uso de IA no Brasil.

Os requisitos não funcionais, ao contrário dos requisitos funcionais que descrevem o que o sistema deve fazer, definem como o sistema deve se comportar em termos de desempenho, segurança, confiabilidade, entre outros aspectos. No contexto da regulamentação de IA, esses requisitos são essenciais para assegurar que as soluções tecnológicas adotadas possuam características de qualidade que atendam às normas legais, promovendo a transparência, a segurança e o respeito à privacidade dos usuários.

Assim, este capítulo aborda o processo de identificação dos requisitos não funcionais a partir da análise das disposições da PL 2338/2023 e da literatura relacionada. Além disso, serão mapeadas as principais categorias de RNF que se aplicam ao desenvolvimento de sistemas de IA, incluindo segurança, acessibilidade, transparência e explicabilidade. Por fim, discute-se como esses requisitos são cruciais para a aderência legal e os desafios que podem surgir durante a sua implementação em sistemas de IA.

### **4.1. Processo de levantamento dos requisitos não funcionais**

O levantamento dos RNF deste trabalho foi conduzido com base em uma análise detalhada das disposições do PL 2338/2023, juntamente com uma revisão da literatura especializada sobre engenharia de requisitos, utilizando uma taxonomia para RNF baseada na unificação de diversos tipos de RNF propostos na literatura. [BENITTI; RHODEN, 2015]

O processo de levantamento seguiu três etapas principais: Análise da Legislação, Revisão da Literatura e Unificação e Taxonomia dos RNF. O objetivo foi identificar e classificar os requisitos necessários para que sistemas de IA atendam às exigências legais e éticas, garantindo conformidade com a legislação. A seguir apresentamos cada uma dessas etapas.

### **4.1.1. Análise da legislação**

A primeira etapa consistiu em uma análise do texto da PL 2338/2023, buscando identificar os princípios e disposições que impactam diretamente a qualidade e operação de sistemas de IA.

Foram examinados todos os artigos do projeto de lei, abrangendo pontos como o desenvolvimento sustentável, a não-discriminação, a proteção de dados e a privacidade. Como esses pontos se relacionam com as propriedades que um sistema de IA deve apresentar, essas diretrizes foram interpretadas e traduzidas em requisitos não funcionais que afetam a qualidade do sistema, como segurança, confiabilidade, transparência e acessibilidade.

A partir dessa análise, foi possível identificar quais atributos de qualidade devem ser incorporados ao desenvolvimento dos sistemas de IA para que se obtenha conformidade com as normas e princípios legais.

### **4.1.2. Revisão da literatura**

A segunda etapa envolveu a revisão de fontes da literatura acadêmica sobre requisitos não funcionais, incluindo artigos e guias de boas práticas que discutem os desafios e recomendações para o desenvolvimento de sistemas de IA, como [CERQUEIRA; CANEDO, 2022] e [HORKOFF, J., 2019]. A partir dessa revisão, foi possível identificar os principais tipos de requisitos não funcionais recorrentes, como segurança, acessibilidade, desempenho e confiabilidade, e relacioná-los aos princípios estabelecidos pela legislação. Contudo, a revisão da literatura abrangeu mais conteúdo sobre requisitos não funcionais de forma generalizada, do que propriamente, RNF específicos de sistemas de IA, dado ainda uma pouca literatura disponível sobre o assunto.

### **4.1.3. Unificação e taxonomia dos requisitos não funcionais**

A unificação das taxonomias proposta por Fabiane Benitti e Jaqueline Rhoden (2015) classifica os RNF em categorias. Essas categorias representam os tipos mais relevantes de RNF de acordo com a literatura especializada.

O primeiro nível, baseado na taxonomia do Sommerville (2007), divide os RNF em três classes:

- I. Requisitos de produto: especificam os atributos de qualidade que o sistema deve apresentar;
- II. Requisitos organizacionais: refletem as políticas, procedimentos, cultura, e as necessidades operacionais de uma organização; e
- III. Requisitos externos: abrangem todos os requisitos derivados de fatores externos ao sistema e o seu processo.

O segundo nível da categoria se refere à divisão dos requisitos de produto com base na taxonomia proposta pela ISO/IEC 25010 (2020). Os requisitos de produto são classificados de acordo com sete características principais do software:

- I. Confiabilidade: capacidade do sistema realizar e manter seu funcionamento em circunstância de rotina, bem como em circunstâncias hostis e inesperadas;
- II. Compatibilidade: capacidade do produto de software, sistema ou componente trocar informações com outros produtos, sistemas ou componentes e/ou realizar suas funções necessárias, mesmo compartilhando o mesmo hardware, software ou ambiente;
- III. Performance e eficiência: utilização adequada dos recursos de forma a maximizar os resultados pré-determinados;
- IV. Manutenibilidade/suporte: capacidade ou facilidade do produto de software ser modificado, incluindo tanto melhorias quanto correções de defeito e falhas;
- V. Portabilidade: facilidade de transpor um software de um ambiente a outro;
- VI. Usabilidade: grau de facilidade de utilização do software;
- VII. Segurança: especificações que garantem que um sistema proteja dados, recursos e operações contra ameaças, acessos não autorizados, violações de integridade e ataques maliciosos.

Os requisitos organizacionais são divididos de acordo com a taxonomia definida pelo Sommerville (2007), que classifica os requisitos organizacionais em requisitos de restrição de desenho e requisitos comerciais.

Assim como os requisitos organizacionais, os requisitos externos também são divididos de acordo com a taxonomia definida pelo Sommerville (2007), classificando os requisitos externos em:

- I. Requisitos legais: requisitos que devem ser seguidos para assegurar que o

- sistema opere de acordo com a lei;
- II. Requisitos éticos: requisitos definidos para garantir a aceitação do software pelos seus usuários e o público em geral.

#### **4.2. Mapeamento dos RNFs com base no PL 2338/2023**

A partir da taxonomia baseada na unificação de tipos de RNF propostos na literatura, uma pequena mudança foi feita para adequar a taxonomia ao nosso projeto. Por serem baseados em uma legislação, todos os requisitos se enquadram na classificação de requisitos legais definida pelo Sommerville (2007), portanto todos também são requisitos externos, contudo eles refletem em outros requisitos específicos associados com o produto sendo desenvolvido.

Com isso definido, os requisitos não funcionais extraídos da legislação são requisitos de produto e fazem parte dos requisitos legais do projeto. Os requisitos éticos também farão parte dos requisitos de produto, e foi criada uma categoria de requisitos para os sistemas de IA, que são os requisitos de transparência. Além disso, não foram encontrados requisitos de compatibilidade ou de portabilidade que sejam relacionados com a legislação. Portanto, a proposta de classificação utilizada é a apresentada na Figura 4.

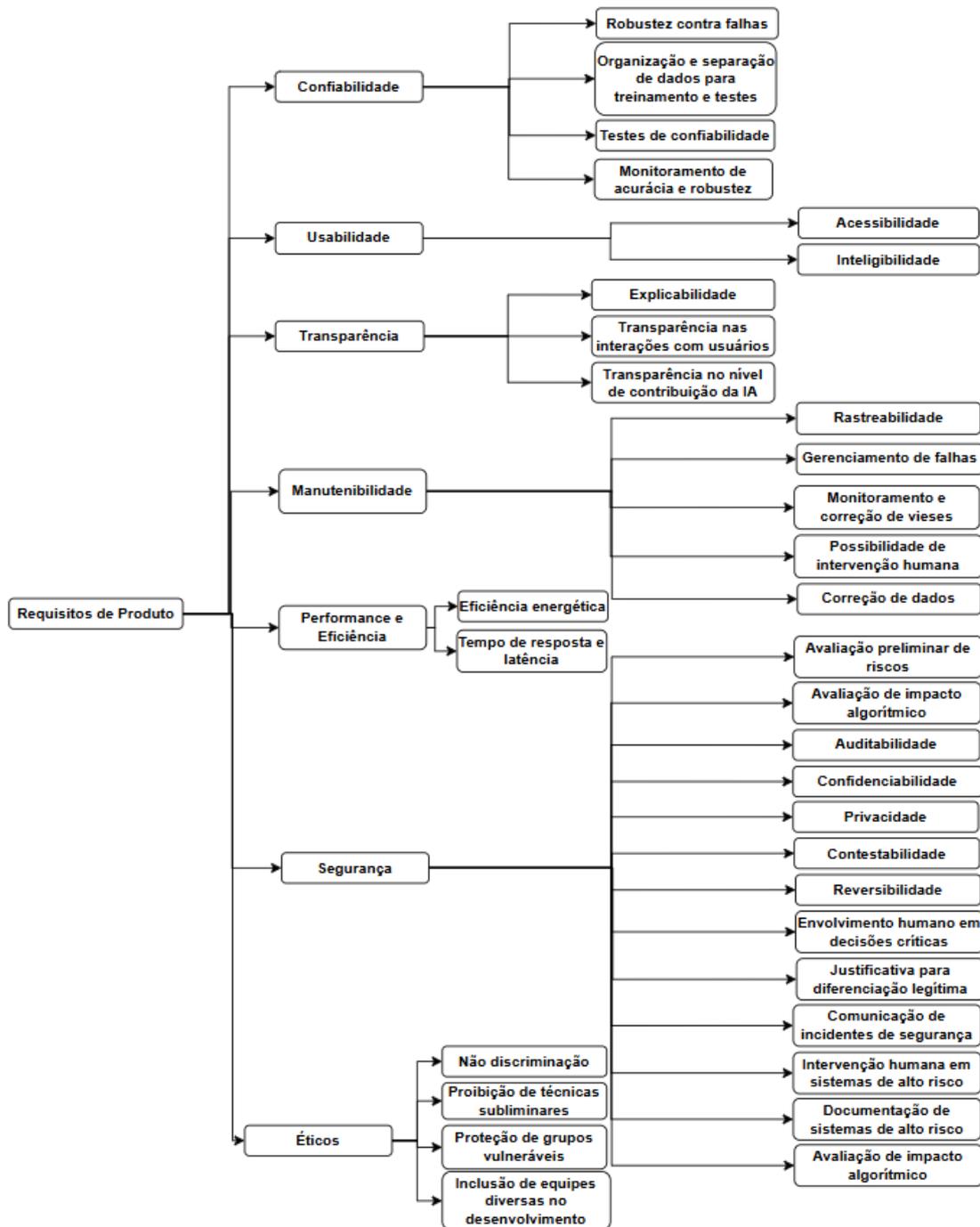


Figura 4: Taxonomia para RNF utilizada

### 4.2.1. Requisitos Legais

Requisitos não funcionais legais são restrições ou obrigações que um sistema deve atender para estar em conformidade com leis, regulamentos, normas jurídicas ou políticas governamentais aplicáveis. Esses requisitos não descrevem as funcionalidades do sistema, mas sim como ele deve se comportar ou operar para cumprir exigências

legais, garantindo que o sistema siga padrões éticos, de segurança, de privacidade e de proteção de direitos.

Tais requisitos são essenciais para garantir que o sistema atue de forma ética, segura e em conformidade com o arcabouço jurídico aplicável. O não cumprimento desses requisitos pode levar a penalidades legais, sanções, perda de confiança dos usuários e impactos negativos para a organização, como multas ou litígios.

Com a proposta da PL 2338/2023, o requisito legal que todo sistema de IA desenvolvido e utilizado no Brasil deve seguir é que o mesmo esteja em conformidade com o determinado na legislação, isto implicará em atender aos requisitos não funcionais do produto elencados na Figura 4, e explicado em mais detalhes na seção a seguir.

#### **4.2.2. Requisitos de Produto**

Requisitos de produto são especificações que descrevem as características ou qualidades que um sistema ou software deve possuir para atender às necessidades dos usuários e aos objetivos do projeto. Eles se concentram diretamente nos atributos do produto e definem como o sistema deve funcionar em termos de restrições ou propriedades, como, por exemplo, desempenho ou usabilidade.

Com base na taxonomia proposta pela ISO/IEC 25010 (2020), os requisitos não funcionais de produto são classificados de acordo com sete características principais do software: confiabilidade, compatibilidade, usabilidade, eficiência, segurança, manutenibilidade e portabilidade. Dos dados analisados na revisão, não foi identificado RNF específicos para as subcategorias de compatibilidade e portabilidade, as demais foram possíveis fazer a identificação de exemplares. Alguns requisitos específicos de transparência e ética entraram na classificação de requisitos de produto por estarem associados as propriedades que o produto precisa ter.

##### **4.2.2.1. Requisitos de Confiabilidade**

Requisitos de confiabilidade são especificações quanto a capacidade do sistema em realizar e manter seu funcionamento em circunstâncias de rotina, bem como em circunstâncias hostis e inesperadas. O sistema de IA deverá operar de forma confiável em diferentes condições e ambientes, minimizando erros e falhas.

Com base na legislação, foram extraídos requisitos de confiabilidade como robustez contra falhas, organização e separação de dados para treinamento e testes, e, especialmente para sistemas de IA de alto risco, testes de confiabilidade e monitoramento de acurácia e robustez.

**Tabela 1: RNFs de confiabilidade identificados**

REQUISITOS DE CONFIABILIDADE		
#	Nome	Descrição
RNF.C01	Robustez contra falhas	O sistema de IA deve implementar mecanismos de detecção e recuperação automática de falhas para garantir sua operação contínua. Em caso de falhas técnicas ou interrupções no fornecimento de dados, por exemplo, o sistema deve ser capaz de identificar o problema, retornar a um estado estável anterior e reprocessar a operação sem comprometer a integridade dos dados ou dos resultados. Esse não é um requisito novo, mas é tão importante quanto nos demais sistemas, a diferenciação para um sistema de IA pode estar associado as formas de medir tal robustez.
RNF.C02	Organização e separação de dados para treinamento e testes	O sistema de IA deve adotar padrões de separação entre os dados usados para treinamento, teste e validação, assegurando que essas etapas sejam realizadas de forma adequada e sem interferências cruzadas. Os dados usados no treinamento devem ser segregados dos dados de validação e teste, com uma estrutura de controle de qualidade que assegure a integridade e independência das fases de desenvolvimento.
RNF.C03	Testes de confiabilidade periódicos	O sistema de IA, principalmente quando classificado como de alto risco, deve ser submetido a testes periódicos rigorosos para avaliar a confiabilidade, incluindo testes de robustez, acurácia, precisão e cobertura, de acordo com o setor e a aplicação específica do sistema e usando métricas apropriadas a esse tipo de sistema. Sistemas de alto risco devem passar por esses testes periódicos de robustez e precisão com uma acurácia mínima satisfatória em suas operações críticas, garantindo estabilidade e confiabilidade em ambientes operacionais.
RNF.C04	Monitoramento de acurácia e robustez	O sistema de IA, principalmente quando classificado como de alto risco, deve contar com ferramentas de registro automático da operação, permitindo a avaliação contínua da acurácia, robustez e potenciais vieses discriminatórios, além de possibilitar a implementação de medidas de mitigação de riscos.

### 4.2.2.2. Requisitos de Usabilidade

Requisitos não funcionais de usabilidade são requisitos que determinam o quão fácil e intuitivo é para os usuários interagirem com um sistema ou software. Eles garantem que a interface e as funcionalidades sejam compreensíveis, acessíveis e eficientes, facilitando o uso do sistema mesmo para quem não tem familiaridade prévia com ele. Esses requisitos são fundamentais para a aceitação do sistema pelos usuários e para melhorar a experiência geral de interação, contudo não há especificidades identificadas a avaliar em termos de usabilidade quando se trata de um sistema de IA mantendo-se a preocupação natural desse tipo de requisito para qualquer produto digital, com exceção da propriedade de inteligibilidade.

Com base na legislação, foram extraídos requisitos de usabilidade como acessibilidade e inteligibilidade.

**Tabela 2: RNFs de usabilidade identificados**

REQUISITOS DE USABILIDADE		
#	Nome	Descrição
RNF.U01	Acessibilidade	O sistema de IA deve ser acessível a diferentes grupos de usuários, independentemente de sua condição socioeconômica, idade, gênero ou localização, promovendo inclusão digital. O sistema, por exemplo, deve oferecer suporte a tecnologias assistivas, como leitores de tela, e garantir que todas as funcionalidades sejam acessíveis a usuários com deficiências visuais, auditivas, motoras ou cognitivas.
RNF.U02	Inteligibilidade	O sistema de IA deve ser de fácil compreensão ao usuário, fornecendo explicações compreensíveis quanto ao seu funcionamento, decisões, previsões ou recomendações. As explicações devem ser inteligíveis para os usuários leigos, de forma que eles possam entender claramente se a aplicação pode ser usada para satisfazer suas necessidades. Esse requisito se relaciona também com o princípio de transparência

### 4.2.2.3. Requisitos de Transparência

Requisitos não funcionais de transparência são requisitos que determinam que um sistema de IA opere de forma visível e compreensível para seus usuários e partes interessadas.

Transparência significa que o sistema proporciona informações claras sobre seu funcionamento, permitindo que os usuários entendam as razões e os critérios das decisões ou ações que ele toma. Em sistemas de IA, onde algoritmos complexos e modelos de aprendizado de máquina podem ser usados, a transparência é essencial para promover confiança e auditabilidade, além da conformidade com a regulamentação.

Com base na legislação, além do requisito de explicabilidade proposto, também é necessário transparência nas interações com usuários e no grau de autonomia em sistemas de IA.

**Tabela 3: RNFs de transparência identificados**

REQUISITOS DE TRANSPARÊNCIA		
#	Nome	Descrição
RNF.T01	Explicabilidade	O sistema de IA deve ser capaz de fornecer informações claras e compreensíveis sobre o funcionamento de seus algoritmos e o raciocínio por trás de suas decisões ou previsões. Explicabilidade, que é a capacidade de compreender os detalhes e o processo decisório de um algoritmo, é um elemento fundamental para promover a confiança e permitir que os usuários e partes interessadas compreendam como e por que o sistema chegou a determinado resultado, especialmente em áreas sensíveis como medicina, finanças e segurança.
RNF.T02	Transparência nas interações com usuários	O sistema de IA deve garantir que as pessoas naturais interajam com interfaces claras e informativas, indicando de maneira transparente o uso de IA em tais interações.
RNF.T03	Transparência no nível de contribuição da IA	O sistema de IA deve informar de maneira transparente o grau de autonomia do sistema e o nível de contribuição da IA no processo de tomada de decisões, distinguindo entre decisões totalmente automatizadas e aquelas que envolvem supervisão humana.

#### 4.2.2.4. Requisitos de Manutenibilidade

A manutenibilidade, também conhecida como mantenabilidade, é a capacidade de realizar a manutenção em uma determinada máquina ou equipamento. Requisitos não funcionais de manutenibilidade são especificações sobre a capacidade ou facilidade do produto de software ser modificado, incluindo tanto melhorias quanto correções de defeitos e falhas.

Com base na legislação, foram propostos requisitos de manutenibilidade como rastreabilidade, gerenciamento de falhas, monitoramento e correção de vieses,

possibilidade de intervenção ou revisão humana, e correção de dados.

**Tabela 4: RNFs de manutenibilidade identificados**

REQUISITOS DE MANUTENIBILIDADE		
#	Nome	Descrição
RNF.M01	Rastreabilidade	O sistema de IA deve registrar e documentar todo o ciclo de vida de suas operações, permitindo que os desenvolvedores revisitem etapas anteriores para facilitar manutenções, aprimoramentos ou investigações técnicas de problemas.
RNF.M02	Gerenciamento de falhas	O sistema de IA deve incluir mecanismos de monitoramento e controle para identificar, mitigar e evitar possíveis falhas, tanto previstas quanto imprevistas, ocorridas no seu uso.
RNF.M03	Monitoramento e correção de vieses	O sistema de IA deve ter mecanismos de monitoramento contínuo para identificar e corrigir vieses discriminatórios, assegurando que os resultados sejam justos e imparciais para todos os grupos.
RNF.M04	Possibilidade de intervenção ou revisão humana	O sistema de IA deve garantir que o usuário possa solicitar intervenção ou revisão humana em qualquer decisão, previsão ou recomendação que afete significativamente seus interesses. O sistema deve possuir mecanismos claros que ajudem o usuário a fazer a solicitação de maneira simples. O parágrafo único do Artigo 10 da lei diz que a intervenção ou revisão humana não será exigida caso a sua implementação seja comprovadamente impossível. Neste caso, o responsável pela operação do sistema deverá implementar medidas alternativas eficazes, a fim de assegurar a reanálise da decisão contestada, levando em consideração os argumentos suscitados pela pessoa afetada, assim como a reparação de eventuais danos gerados.
RNF.M05	Correção de dados	O sistema de IA deve garantir que os usuários possam solicitar a correção, anonimização, bloqueio ou eliminação de dados incompletos, inexatos ou desatualizados que foram utilizados na tomada de decisão.

#### 4.2.2.5. Requisitos de Performance e Eficiência

Requisitos não funcionais de eficiência são especificações sobre a utilização adequada dos recursos de forma a maximizar os resultados pré-determinados.

**Tabela 5: RNFs de performance e eficiência identificados**

REQUISITOS DE PERFORMANCE E EFICIÊNCIA		
#	Nome	Descrição
RNF.P01	Eficiência	O sistema de IA deve ser projetado para otimizar o uso de recursos

	energética	computacionais, minimizando o impacto ambiental por meio de práticas sustentáveis de desenvolvimento e operação.
RNF.P02	Tempo de resposta e latência	O sistema de IA deve atender a um tempo de resposta predefinido, especialmente em aplicações onde a velocidade é crítica, como em interações em tempo real.

#### 4.2.2.6. Requisitos de Segurança

Requisitos não funcionais de segurança são especificações que garantem que um sistema opere de maneira a proteger dados, assegurar a confiabilidade do sistema e prevenir usos maliciosos ou indevidos. Esses requisitos são fundamentais para preservar a integridade, a confidencialidade e a disponibilidade de dados e serviços, evitando incidentes que possam comprometer a segurança das informações, dos usuários e da própria organização.

**Tabela 6: RNFs de segurança identificados**

REQUISITOS DE SEGURANÇA		
#	Nome	Descrição
RNF.S01	Avaliação preliminar de riscos	O sistema de IA deve passar por uma avaliação preliminar de risco, realizada pelo fornecedor, antes de ser colocado no mercado ou utilizado em serviço, para determinar seu grau de risco e seu impacto potencial no ambiente em que será utilizado. A avaliação preliminar de risco deve ser registrada e documentada, permitindo a responsabilização e prestação de contas.
RNF.S02	Avaliação de impacto algorítmico	O sistema de IA deve ser submetido a uma avaliação de impacto algorítmico detalhada, com foco nos riscos associados ao seu uso, sempre que for classificado como de alto risco, assegurando que as possíveis consequências do seu funcionamento sejam adequadamente analisadas e mitigadas. O resultado da avaliação de impacto algorítmico deve ser documentado e notificado à autoridade competente, garantindo a transparência do processo e facilitando a supervisão regulatória.
RNF.S03	Auditabilidade	O sistema de IA deve armazenar um histórico completo de suas ações e decisões, permitindo auditorias externas para garantir conformidade com regulamentos. Esse requisito envolve a criação e o armazenamento de registros sobre o funcionamento do sistema, incluindo dados sobre quem acessou, modificou ou utilizou o sistema, quais decisões foram tomadas, quais processos foram executados, entre outros aspectos relevantes para fins de auditoria. A auditabilidade visa garantir que o

		sistema opere de maneira transparente e que suas ações possam ser verificadas e validadas por pessoas autorizadas, como auditores ou órgãos reguladores. Isso é especialmente importante em sistemas que lidam com informações sensíveis, processos críticos, ou em ambientes regulados por leis que exigem prestação de contas, como os sistemas de IA de alto risco.
RNF.S04	Confidencialidade	O sistema de IA deve ser capaz de garantir que os dados estarão acessíveis somente aos usuários que possuem autorização de acesso. Deve haver proteções adequadas para garantir a segurança dos dados processados e armazenados pelo sistema, prevenindo acessos não autorizados ou vazamentos de informações.
RNF.S05	Privacidade	O sistema de IA deve incorporar medidas de privacidade desde a fase de concepção e adotar a minimização de dados, garantindo a proteção de dados pessoais em conformidade com as legislações de proteção de dados, como a LGPD.
RNF.S06	Contestabilidade	O sistema de IA deve oferecer um mecanismo que permita aos usuários contestar decisões automáticas, principalmente as que têm impacto significativo nos seus interesses. A possibilidade de contestação deve ser disponibilizada ao usuário através de uma interface clara e com orientações passo a passo sobre o processo de contestação. A Seção III do projeto de lei dispõe sobre o direito de contestar decisões e de solicitar intervenção humana. Nela, o Artigo 9º diz que a pessoa afetada por sistemas de IA terá o direito de contestar e de solicitar a revisão de decisões, recomendações ou previsões geradas por tal sistema que produzam efeitos jurídicos relevantes ou que impactem de maneira significativa seus interesses. Também fica assegurado o direito de correção de dados incompletos, inexatos ou desatualizados utilizados por sistemas de IA.
RNF.S07	Reversibilidade	O sistema de IA deve ser capaz de desfazer ou reverter uma decisão ou ação que ele executou, principalmente em situações em que a decisão teve impacto significativo sobre indivíduos, processos ou resultados, e onde se identifica que a decisão foi incorreta, parcial ou prejudicial. Caso aconteças a reversão, o sistema deve garantir que essa decisão será registrada e usada para aperfeiçoamento do modelo. Por exemplo, um sistema de IA que negou crédito a um cliente deve permitir que, mediante revisão, a decisão seja anulada ou ajustada para aprovar o crédito, caso se identifique que a negativa ocorreu por um viés ou erro.
RNF.S08	Envolvimento humano em	O sistema de IA deve garantir que, em casos de decisões que possam ter impactos irreversíveis ou envolvam riscos à vida ou à integridade física,

	decisões críticas	a decisão final seja tomada por um ser humano, com significativa participação no processo decisório. O sistema deve alertar e encaminhar todas as decisões que envolvam risco à vida ou à integridade física para uma revisão manual, garantindo que um ser humano avalie e autorize a decisão final.
RNF.S09	Justificativa para diferenciação legítima	Em casos em que diferenciações entre indivíduos ou grupos são aplicadas, o sistema de IA deve demonstrar que essas distinções são justificadas por objetivos razoáveis e legítimos, de acordo com o direito à igualdade e aos direitos fundamentais. O Artigo 12 da lei discorre sobre a vedação da implementação e uso de sistemas de IA que possam acarretar discriminação, direta, indireta, ilegal ou abusiva, em decorrência do uso de dados pessoais sensíveis ou de impactos desproporcionais em razão de características pessoais como origem geográfica, raça, cor ou etnia, gênero, orientação sexual, classe socioeconômica, idade, deficiência, religião ou opiniões políticas. Porém, a vedação prevista não impede a adoção de critérios de diferenciação entre indivíduos ou grupos, desde que tal diferenciação se dê em função de objetivos ou justificativas demonstradas, razoáveis e legítimas à luz do direito à igualdade e dos demais direitos fundamentais.
RNF.S10	Comunicação de incidentes de segurança	O sistema de IA deve incluir mecanismos que permitam a identificação e comunicação rápida de incidentes graves à autoridade competente, especialmente quando há risco à vida, integridade física, interrupção de operações críticas, danos à propriedade ou ao meio ambiente, ou violação de direitos fundamentais. Todos os incidentes de segurança devem ser registrados e reportados à autoridade competente com um nível de detalhe suficiente para permitir a análise e, se necessário, a orientação sobre ações de mitigação.
RNF.S11	Intervenção humana em sistemas de alto risco	O sistema de IA, quando classificado como de alto risco, deve permitir a intervenção direta e a interrupção do funcionamento pelos operadores humanos sempre que necessário, para evitar que o sistema continue funcionando em condições potencialmente prejudiciais. O operador humano deve ser capaz de ignorar, anular ou reverter decisões automatizadas feitas pelo sistema, sem comprometer a integridade dos dados ou a funcionalidade do sistema.
RNF.S12	Documentação de sistemas de alto risco	O sistema de IA, quando classificado como de alto risco, deve ter uma documentação completa e atualizada sobre todas as fases de seu ciclo de vida, desde o design até a descontinuação, cobrindo o funcionamento e as decisões envolvidas na construção, implementação e uso, além da documentação das avaliações de impacto algorítmico e preliminar de

		riscos.
--	--	---------

#### 4.2.2.7. Requisitos Éticos

Requisitos éticos são requisitos não funcionais definidos para garantir a aceitação do software pelos seus usuários e o público em geral, além da conformidade com a regulamentação.

Com base na legislação, foram propostos requisitos éticos de não-discriminação, proibição de técnicas subliminares, proteção de grupos vulneráveis, e, quando o sistema for classificado como de alto risco, inclusão de equipes diversas no desenvolvimento.

**Tabela 7: RNFs éticos identificados**

REQUISITOS ÉTICOS		
#	Nome	Descrição
RNF.E01	Não-discriminação	O sistema de IA deve ser projetado para evitar qualquer tipo de discriminação, seja direta ou indireta, baseando-se em princípios de equidade e justiça. Através da implementação, por exemplo, de algoritmos de correção de vieses, o sistema deve garantir que não há discriminação nos seus processos.
RNF.E02	Proibição de técnicas subliminares	O sistema de IA deve ser projetado para não utilizar técnicas subliminares que induzam a pessoa a comportar-se de forma prejudicial à sua saúde, segurança ou em desacordo com os fundamentos da lei. Técnicas subliminares referem-se a métodos que influenciam as pessoas de forma indireta, sem que elas percebam conscientemente que estão sendo estimuladas. Em geral, isso envolve a apresentação de informações de maneira rápida, sutil ou disfarçada, que escapam da percepção consciente, mas que ainda assim podem afetar atitudes, decisões ou comportamentos.
RNF.E03	Proteção de grupos vulneráveis	O sistema de IA deve assegurar que não explora vulnerabilidade específicas de grupos de pessoas naturais, como aquelas relacionadas à idade ou deficiência física ou mental, com o objetivo de induzi-los a comportamentos prejudiciais.
RNF.E04	Inclusão de equipes diversas no desenvolvimento	O desenvolvimento do sistema de IA, especialmente quando classificado como de alto risco, deve ser conduzido por uma equipe inclusiva e diversa, com o objetivo de assegurar uma perspectiva

		ampla e evitar a perpetuação de vieses sociais estruturais. A equipe de desenvolvimento do sistema deve ser composta por profissionais de diferentes origens e contextos, garantindo que as decisões sejam orientadas por uma perspectiva inclusiva e que a diversidade seja um pilar central do projeto.
--	--	---

### 4.3. Alinhamento dos RNF com os princípios regulatórios

A Tabela 8 organiza os requisitos não funcionais identificados neste estudo, evidenciando a relação direta de cada um com os artigos da PL 2338/2023 que embasaram sua definição. Cada linha representa um RNF específico, detalhando seu artigo correspondente na legislação, o capítulo da lei em que esse requisito está inserido e sua classificação dentro da taxonomia de requisitos de produto.

**Tabela 8: Relação entre os RNFs e os Artigos da PL 2338/2023**

Requisito	Classificação	Princípio Regulatório
Robustez contra falhas	Confiabilidade	Art. 3º
Organização e separação de dados para treinamento e testes	Confiabilidade	Art. 19º
Testes de confiabilidade periódicos	Confiabilidade	Art. 20º
Monitoramento de acurácia e robustez	Confiabilidade	Art. 20º
Acessibilidade	Usabilidade	Art. 2º e Art. 3º
Inteligibilidade	Usabilidade	Art. 3º
Explicabilidade	Transparência	Art. 3º, Art. 5º, Art. 7º, Art. 8º, Art. 9º e Art. 20º
Transparência nas interações com usuários	Transparência	Art. 19º
Transparência no nível de contribuição da IA	Transparência	Art. 19º

Rastreabilidade	Manutenibilidade	Art. 3º e Art. 7º
Gerenciamento de falhas	Manutenibilidade	Art. 3º
Monitoramento e correção de vieses	Manutenibilidade	Art. 5º e Art. 19º
Possibilidade de intervenção ou revisão humana	Manutenibilidade	Art. 8º e Art. 10º
Correção de dados	Manutenibilidade	Art. 9º
Eficiência energética	Performance	Art. 2º
Tempo de resposta e latência	Performance	Art. 2º
Avaliação preliminar de riscos	Segurança	Art. 13º
Avaliação de impacto algorítmico	Segurança	Art. 22º
Auditabilidade	Segurança	Art. 3º
Confidencialidade	Segurança	Art. 3º e Art. 5º
Privacidade	Segurança	Art. 3º e Art. 19º
Contestabilidade	Segurança	Art. 5º e Art. 9º
Reversibilidade	Segurança	Art. 5º
Envolvimento humano em decisões críticas	Segurança	Art. 11º
Justificativa para diferenciação legítima	Segurança	Art. 12º
Comunicação de incidentes de segurança	Segurança	Art. 31º
Intervenção humana em sistemas de alto risco	Segurança	Art. 20º
Documentação de sistemas de alto risco	Segurança	Art. 20º
Não-discriminação	Éticos	Art. 2º, Art. 3º, Art. 5º, Art. 7º, Art. 9º, Art. 12º

		e Art. 20º
Proibição de técnicas subliminares	Éticos	Art. 14º
Proteção de grupos vulneráveis	Éticos	Art. 14º
Inclusão de equipes diversas no desenvolvimento	Éticos	Art. 20º

#### **4.4. Discussão das implicações do não cumprimento dos RNF**

No contexto de sistemas de inteligência artificial, o atendimento aos requisitos não funcionais é essencial para assegurar a acessibilidade, a confiabilidade e a proteção dos direitos dos usuários, conforme orientado pelas regulamentações legais. O descumprimento desses requisitos pode resultar em consequências sérias, tanto na forma de riscos à segurança e à privacidade dos usuários quanto na exposição das organizações a sanções e perdas de credibilidade.

Nesta seção, serão abordadas as principais dificuldades para garantir a conformidade com os RNF definidos, as vantagens de aderir a esses requisitos e as possíveis sanções administrativas previstas na legislação para casos de não conformidade, com o objetivo de evidenciar a importância da observância dos RNF em sistemas de IA.

##### **4.4.1. Dificuldades na busca por conformidade**

A conformidade com os requisitos não funcionais em sistemas de inteligência artificial representa um desafio crescente, especialmente em aplicações com algoritmos avançados e dinâmicos, como os de *deep learning*. Em muitos casos, a complexidade desses algoritmos torna a transparência uma tarefa difícil de ser alcançada. Sistemas baseados em *deep learning* funcionam frequentemente como “caixas-pretas”, nas quais é difícil entender e rastrear como o algoritmo toma decisões. Esse fenômeno gera obstáculos para atender aos requisitos não funcionais de transparência, pois não apenas torna complexa a explicação de como o sistema chegou a um resultado específico, mas também reduz a capacidade dos desenvolvedores e reguladores de garantir que a IA

funcione dentro dos parâmetros éticos e legais.

Outra dificuldade considerável está relacionada ao RNF de monitoramento e correção de vieses, especialmente em sistemas que dependem de grandes quantidades de dados históricos. A coleta de dados pode, involuntariamente, carregar vieses sociais, econômicos ou culturais, afetando as decisões do sistema e potencialmente criando cenários de discriminação. Mesmo quando se identificam esses vieses, corrigi-los não é simples: dados sub-representados ou coletados de forma enviesada podem ser desafiadores de ajustar sem comprometer a precisão ou a eficácia do modelo. Além disso, a correção de vieses é um processo contínuo, e a manutenção de dados livres de discriminação exige monitoramento constante e atualização frequente dos sistemas.

Requisitos de segurança e confiabilidade, por sua vez, introduzem dificuldades em razão da necessidade de garantir que os sistemas de IA não apresentem falhas críticas, tanto na fase de desenvolvimento quanto em ambientes de produção. Com a IA operando em contextos sensíveis e de alto impacto, como saúde e transporte, garantir a segurança envolve avaliações robustas e o uso de ferramentas de monitoramento que possam antecipar e prevenir falhas. Entretanto, os custos e a complexidade dessas avaliações tornam a conformidade uma tarefa pesada e de difícil sustentação, especialmente quando é necessário que as verificações sejam periódicas e abrangentes.

Adicionalmente, manter a conformidade ao longo do ciclo de vida de sistemas de IA exige práticas rigorosas de governança e processos internos de auditoria e avaliação de impacto algorítmico. Esses processos são cruciais, mas podem ser financeiramente custosos e operacionalmente complexos para as organizações, especialmente para aquelas que precisam operar com agilidade em ambientes de alta competitividade. Em muitos casos, as auditorias e avaliações exigem equipes dedicadas e especialistas em IA, além de atualizações frequentes na infraestrutura e nas políticas internas da empresa.

Por fim, existe um desafio inerente à evolução dos próprios requisitos. Sistemas de IA estão em constante desenvolvimento, e, à medida que novas regulamentações e padrões são introduzidos, as organizações precisam adaptar rapidamente suas práticas para se manterem em conformidade. Esse cenário exige flexibilidade e capacidade de adaptação, o que, para muitas empresas, representa um investimento considerável em treinamento e atualização tecnológica.

Esses obstáculos ressaltam a necessidade de abordar os requisitos não

funcionais não apenas como um cumprimento normativo, mas como uma prática constante de melhoria e adaptação, que possa assegurar a conformidade sem comprometer a inovação e a eficiência dos sistemas de IA.

#### **4.4.2. Vantagens da conformidade**

Garantir a conformidade dos sistemas de inteligência artificial com os requisitos não funcionais oferece uma série de vantagens estratégicas e operacionais para as organizações, além de não sofrer as possíveis sanções previstas no PL 2338/2023. Primeiramente, a compatibilidade com regulamentações estrangeiras é um benefício relevante, pois o alinhamento com padrões internacionais de segurança, transparência e ética aumenta a aceitação global das soluções desenvolvidas. Isso permite que empresas brasileiras, ao adotar práticas robustas de conformidade, possam operar em mercados internacionais, atendendo às exigências de regulamentações como o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) da União Europeia, que já exige altos padrões de privacidade, e o *EU AI Act*, que é a regulamentação proposta pela União Europeia e que serviu de base para regulamentação brasileira. Essa compatibilidade expande as oportunidades de negócios e fortalece a competitividade no cenário global.

Além disso, a conformidade com os RNF eleva a confiança do público e dos consumidores em relação ao uso de IA. Sistemas transparentes, seguros e imparciais ajudam a minimizar receios sobre vieses e abusos, gerando uma imagem de responsabilidade e ética na empresa. Esse benefício é particularmente importante em setores sensíveis, como saúde, finanças e segurança pública, onde o uso da IA pode impactar diretamente a vida das pessoas. Organizações que investem na conformidade são mais bem vistas pelo público, que tende a valorizar empresas que demonstram compromisso com práticas justas e seguras.

Outro ponto positivo é o aprimoramento da eficiência operacional e da mitigação de riscos. Ao monitorar e corrigir vieses e adotar práticas rigorosas de segurança, a empresa reduz a chance de problemas críticos ou falhas inesperadas, que podem gerar custos altos com correções e danos à imagem. Em sistemas de alto risco, a conformidade é um meio de evitar incidentes graves e, conseqüentemente, penalidades legais ou financeiras, criando uma operação mais sustentável e financeiramente previsível.

Ademais, cumprir os RNF torna a organização mais resiliente a mudanças legislativas e exigências de mercado, uma vez que já está estruturada para se adaptar às regulamentações. Essa capacidade de antecipação e adaptação às novas demandas regulatórias torna a empresa menos vulnerável a penalizações e mais bem preparada para operar com estabilidade, mesmo diante de mudanças legais.

Por fim, a implementação de práticas de governança e conformidade também gera uma cultura organizacional voltada para a responsabilidade e inovação ética. Equipes que trabalham em sistemas de IA, quando orientadas para a conformidade, tendem a adotar um olhar mais crítico e cuidadoso no desenvolvimento de soluções, o que contribui para a criação de produtos mais robustos e socialmente responsáveis. Isso não apenas melhora a qualidade dos produtos, mas também ajuda a construir um ambiente de trabalho em que a ética e a inovação estão alinhadas, gerando valor a longo prazo para a empresa e para a sociedade.

#### **4.4.3. Sanções Administrativas**

A legislação propõe uma série de penalidades para assegurar que agentes de IA operem com responsabilidade e em conformidade com a lei. As sanções incluem advertências e multas, podendo chegar a R\$ 50 milhões por infração ou até 2% do faturamento da empresa infratora, além de sanções mais graves como a publicização da infração, a restrição de participação em *sandboxes* regulatórios por até cinco anos, a suspensão parcial ou total das atividades do sistema, e até a proibição de tratar determinadas bases de dados.

A aplicação das penalidades ocorrerá por meio de um processo administrativo, no qual será garantido o direito de ampla defesa ao infrator. Nesse processo, a autoridade competente avaliará critérios como a gravidade da infração, a boa-fé do agente, o grau de cooperação para a mitigação do dano, a existência de políticas de boas práticas, a adoção de medidas corretivas e a proporcionalidade entre a sanção e a gravidade do ato. O objetivo é aplicar sanções de maneira gradativa e proporcional, considerando as especificidades de cada caso.

Além disso, o PL permite que medidas preventivas, incluindo multa cominatória, possam ser aplicadas para evitar danos irreparáveis antes da conclusão do processo administrativo, caso haja suspeitas de risco iminente. No caso de infrações envolvendo sistemas de IA de risco excessivo, como aqueles que representam graves

ameaças à integridade dos usuários, a lei determina, no mínimo, a aplicação de multa e a possibilidade de suspensão das atividades da pessoa jurídica envolvida.

Por fim, as sanções administrativas previstas pelo PL 2338/2023 não substituem outras penalidades civis, penais ou administrativas já estabelecidas por legislações como o Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078/1990) e a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei 13.709/2018). Em todos os casos, a reparação completa de danos causados por infrações é uma exigência adicional, reforçando o compromisso da legislação com a responsabilização integral do agente de IA.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou a proposta de um conjunto de requisitos não funcionais para sistemas de inteligência artificial, embasados na regulamentação brasileira definida pelo PL 2338/2023. Através de uma análise detalhada da lei, foram identificados 32 RNFs distintos, os quais foram organizados em sete categorias principais, baseando-se em uma taxonomia unificada de RNFs proposta na literatura. Esse mapeamento teve como objetivo proporcionar uma estrutura de governança para a implementação de sistemas de IA que estejam em conformidade com as diretrizes nacionais, oferecendo, assim, maior segurança jurídica, ética e técnica para esses sistemas. Portanto, mesmo sem a aprovação do projeto de lei, a aplicação dessa estrutura de governança é útil para o aprimoramento da eficiência organizacional e para garantir a confiança do usuário.

Além disso, discutiram-se as implicações e as potenciais consequências do não cumprimento dos RNFs, destacando-se as sanções administrativas previstas na regulamentação. A análise dessas penalidades visa sensibilizar tanto desenvolvedores quanto gestores quanto à necessidade de conformidade. Foram também exploradas as dificuldades para a implementação desses requisitos, especialmente em relação à transparência e à explicabilidade, que representam desafios em sistemas complexos como os de *deep learning*.

Este trabalho buscou contribuir para a regulamentação e uso responsável da IA no Brasil, estabelecendo uma base para a conformidade com o PL 2338/2023 por meio da criação de RNFs que podem guiar o desenvolvimento de sistemas de IA transparentes, seguros e éticos. O mapeamento entre os artigos da lei e os RNFs propostos possibilitou a criação de diretrizes práticas, que fortalecem a governança de sistemas de IA no contexto brasileiro. Essa estrutura visa não só atender às exigências locais, mas também melhorar a compatibilidade com regulamentações internacionais, promovendo confiança pública e segurança para os usuários desses sistemas.

### 5.1. Limitações do trabalho

Este trabalho apresenta algumas limitações que impactam o alcance e a aplicabilidade das conclusões. O primeiro fator foi o limite de tempo disponível para a pesquisa e elaboração, o que restringiu a possibilidade de validação da proposta através de, por exemplo, entrevista com profissionais da área. A complexidade do tema também representa uma limitação significativa, visto que o campo da regulamentação da IA está em rápida evolução e, portanto, algumas das análises feitas podem não se manter atuais a longo prazo, especialmente considerando possíveis revisões legais.

Outra limitação importante refere-se à disponibilidade de literatura consolidada sobre regulamentação de IA e RNF específicos para sistemas de IA. Embora tenham sido revisados artigos relevantes e as legislações aplicáveis, o número relativamente restrito de estudos em comparação com áreas mais maduras impõe limitações ao embasamento teórico e à comparação com experiências internacionais.

## **5.2. Sugestões para trabalhos futuros**

Dada a amplitude do tema e o ritmo acelerado das atualizações regulatórias e tecnológicas, há diversas oportunidades para o aprofundamento deste estudo. Primeiramente, recomenda-se a realização de entrevistas com profissionais e acadêmicos, visando validar os requisitos não funcionais propostos neste trabalho e obter uma perspectiva prática sobre sua aplicabilidade no contexto da regulamentação brasileira, como também a identificação de métricas que suportem a validação dos RNFs identificados.

Além disso, uma análise mais aprofundada das regulamentações internacionais, especialmente das normativas da União Europeia e de outros países com legislações avançadas em IA, pode enriquecer a taxonomia de RNF e contribuir para uma abordagem mais globalizada. Assim, é possível identificar requisitos adicionais que possam antecipar demandas ou padrões futuros na regulamentação nacional.

Outra linha promissora de pesquisa envolve o acompanhamento das emendas que venham a ser aprovadas após a votação da PL 2338/2023. As atualizações legais podem impactar diretamente os requisitos de conformidade e segurança, além de afetar as sanções e procedimentos de governança.

Por fim, também seria útil elaborar uma seção com recomendações de artigos e ferramentas que facilitem o cumprimento de RNF específicos, como explicabilidade e auditabilidade. Essas ferramentas e métodos de validação podem auxiliar no desenvolvimento de sistemas de IA mais transparentes e auditáveis, e seu uso pode agregar valor ao processo de implementação, contribuindo para maior aderência às normas e para a construção de confiança pública.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei nº 2338, de 4 de maio de 2023. Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial. **Diário do Senado Federal**, Brasília, DF, n. 295, p. 295-399, 3 jun. 2024.

EUROPE. European Parliament. **AI Act. 2021/0106(COD)**. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonized rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union Legislative Acts. Brussels, 21.4.2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=celex%3A52021PC0206> . Acesso em: 20 jun. 2024.

HORKOFF, J. Non-Functional Requirements for Machine Learning: Challenges and New Directions. **IEEE International Requirements Engineering Conference**, v. 27th, 23 Setembro 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8920538> . Acesso em: 12 jul. 2024. DOI: 10.1109/RE.2019.00050

BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori; RHODEN, Jaqueline Sezra. UMA TAXONOMIA UNIFICADA PARA REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, [S.l.], v. 14, n. 3, dec. 2015. ISSN 1677-3071. Disponível em: <https://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/1678>. Acesso em: 02 out. 2024. DOI:<https://doi.org/10.21529/RESI.2015.1403004>.

LUDGERO, P. R. Desafios da Regulamentação da Inteligência Artificial: Uma Análise Crítica das Propostas Legislativas. **Jusbrasil**, p. 1, abr. 2024. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/desafios-da-regulamentacao-da-inteligencia-artificial-uma-analise-critica-das-propostas-legislativas/2293750067>. Acesso em: 02 out. 2024.

IEEE - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. IEEE recommended practice for software requirements specifications, Std 830- 1998. USA, 20 out. 1998. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/720574> . Acesso em: 20 set. 2024. DOI: 10.1109/IEEESTD.1998.88286

ISO/IEC 25010:2010. Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. Switzerland, 2010. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35733.html> . Acesso em: 20 set. 2024.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de software. 8. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2007.

SILVA, Kátia Lopes. Um estudo da regulamentação da inteligência artificial no Brasil no contexto dos projetos de lei nº 5.051/2019, 21/2020, 872/2021 e 2.338/2023. **Repositório Universitário da Ânima (RUNA)**, [S.l], 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/33863> Acesso em: 25 out. 2023.

MEYER, A.; ISSA, G.; LOPES, F. Compliance para utilização da inteligência artificial. **Consultor Jurídico**, 19 fev. 2024. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2024-fev-19/compliance-para-utilizacao-da-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 10 set. 2024.

COALIZÃO DIREITOS NA REDE. Projeto de Lei n. 2338/2023: Por uma regulação de Inteligência Artificial que defenda direitos! **Coalizão Direitos na Rede**, 18 jun. 2024. Disponível em: <https://direitosnarede.org.br/2024/06/18/projeto-de-lei-n-2338-2023/>. Acesso em: 10 set. 2024.

CERQUEIRA, José Antonio Siqueira de; CANEDO, Edna Dias. Exploring Ethical Requirements Elicitation for Applications in the Context of AI. *In: CONCURSO DE TESES E DISSERTAÇÕES EM ENGENHARIA DE SOFTWARE (CTD-ES) -*

CONGRESSO BRASILEIRO DE SOFTWARE: TEORIA E PRÁTICA (CBSOFT), 13. , 2022, Uberlândia/MG. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022 . p. 77-78. Disponível em: [https://sol.sbc.org.br/index.php/cbsoft\\_estendido/article/view/22309](https://sol.sbc.org.br/index.php/cbsoft_estendido/article/view/22309). Acesso em: 10 set. 2024. DOI: [https://doi.org/10.5753/cbsoft\\_estendido.2022.225629](https://doi.org/10.5753/cbsoft_estendido.2022.225629).

SILVA, K. L.; ALVES, L. H. Um estudo da regulamentação da inteligência artificial no Brasil no contexto dos projetos de lei no 5.051/2019, 21/2020, 872/2021 e 2.338/2023. **Repositório Universitário da Ânima (RUNA)**, p. 20, 27 jun. 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/33863> . Acesso em: 10 set. 2024.