Aplicação de Inteligência Artificial no Sistema de Controle Interno da Marinha do Brasil: uma análise dos benefícios e desafios.

Autoria: C-ApA-IM-2024-CCIMAR-18

RESUMO

Este trabalho investiga a viabilidade de aplicação de Inteligência Artificial (IA) nas auditorias internas em apoio ao Sistema de Controle Interno da Marinha do Brasil (SCIMB), inspirado, principalmente, por tecnologias adotadas por órgãos de controle interno e externo da Administração Pública. A pesquisa utiliza uma abordagem quali-quantitativa exploratória e descritiva, focando na análise bibliográfica e documental. Os resultados obtidos com a utilização de IA indicam ganhos de eficiência, precisão e redução de erros. Entretanto, foi possível identificar desafios culturais e técnicos. Além disso, propõe-se a implementação de soluções inovadoras, como o uso de *chatbots* baseados em IA generativa para consultas aos documentos normativos da Marinha do Brasil, exclusivamente aqueles de classificação ostensiva do setor Secretaria-Geral da Marinha (SGM). O estudo conclui que a adoção de IA pode aprimorar a governança, fortalecer os mecanismos de fiscalização e modernizar os processos de controle, contribuindo para a eficiência na gestão dos recursos públicos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Auditoria Interna Governamental; Sistema de Controle Interno da Marinha.

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem se mostrado uma das tecnologias mais revolucionárias dos últimos tempos, impactando áreas como saúde, finanças, transporte e auditoria. A auditoria interna tradicional tem enfrentado desafios para se adaptar ao contexto tecnológico atual, visto que esse modelo de auditoria, intensivo em tempo e mão de obra, vem perdendo espaço devido à sua incapacidade de fornecer informações em tempo real. Os processos manuais exigem muito esforço dos auditores, que precisam lidar com grandes volumes de dados e analisar diversas transações, o que resulta em um tempo maior para a entrega de resultados e relatórios (CHAN e VASARHELYI, 2018).

Com o avanço da IA, esse cenário tem mudado significativamente, haja vista sua capacidade de processar grandes quantidades de dados em tempo real, o que possibilita a entrega de informações mais precisas e atualizadas, auxiliando na tomada de decisões estratégicas com mais rapidez (NORVIG e RUSSEL, 2013). No contexto da auditoria interna, a IA tem sido vista como uma grande aliada no aprimoramento dos processos, detecção de fraudes e otimização na gestão de riscos (A. FEDYK, HODSON, KHIMICH e T. FEDYK, 2022). Segundo Ghanoum e Alaba (2020), esse cenário apresenta à profissão de auditoria o desafio de acompanhar essas inovações, exigindo a adoção de ferramentas tecnológicas avançadas, como a IA, para facilitar o processo de auditoria e manter-se atualizada frente às transformações. Diante disso, os auditores internos precisam ser ainda mais flexíveis e acompanhar o ambiente tecnológico em constante mudança (WASSIE e LAKATOS, 2024).

Além disso, as ferramentas de IA podem ser incorporadas em cada etapa do processo de auditoria, eliminando tarefas repetitivas e facilitando a análise desses dados, permitindo que os auditores compreendam melhor as atividades corporativas (KOKINA e DAVENPORT, 2017). Por conseguinte, a inspeção manual e demorada de controles individuais pode ser

substituída por procedimentos de auditoria automatizados que cobrem a totalidade das transações registradas (WERNER e GEHRKE, 2019).

Nos últimos anos, órgãos públicos que atuam na área de controle e fiscalização no Brasil começaram a incorporar a IA em suas atividades-fim, com destaque para o Tribunal de Contas da União (TCU), a Controladoria-Geral da União (CGU) e a Controladoria-Geral do Distrito Federal (CGDF), que serão abordados neste trabalho. Um exemplo claro dessa incorporação nos órgãos de controle é o uso da ferramenta Alice, acrônimo de Analisador de Licitações, Contratos e Editais, que se destaca na detecção de fraudes em processos licitatórios e contratuais, tendo por objetivo "automatizar a detecção de possíveis indícios de fraudes em contratações públicas, aumentando assim a capacidade de fiscalização do Estado" (DANTAS e MARTINS, 2022, p. 5).

A Marinha do Brasil (MB), por meio do Centro de Controle Interno da Marinha (CCIMAR), desempenha um papel fundamental na fiscalização e auditoria dos recursos utilizados pela instituição, exercendo a atividade de Auditoria Interna Governamental (BRASIL, 2021). A aplicação de IA no contexto das auditorias internas da Marinha é vista como uma oportunidade para aprimorar os processos de controle, a fiscalização e a gestão de recursos públicos. Nesse sentido, surge o problema de como o CCIMAR, juntamente com o Sistema de Controle Interno da Marinha (SCIMB) – este tendo como órgão central a Secretaria-Geral da Marinha (SGM) – poderia incorporar a IA de modo a melhorar a eficiência de seus processos, uma vez que essa tecnologia poderia trazer benefícios mútuos ao usuário final e ao servidor técnico das Organizações Militares Orientadoras Técnicas (OMOT) do setor SGM.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar a viabilidade da aplicação de IA nas auditorias internas da MB, com foco em melhorar a eficiência e eficácia dos processos de controle interno. Para atingir esse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: analisar a aplicação de ferramentas de IA utilizadas por órgãos brasileiros como o TCU, a CGU e a CGDF, tendo como ponto central os resultados positivos obtidos por essas entidades; identificar os principais benefícios e desafios na implementação dessas tecnologias em auditorias internas governamentais, por meio de uma vasta pesquisa de diversos estudos realizados na área; e propor soluções baseadas em IA para o SCIMB, com o foco em garantir a conformidade com os princípios de eficiência, eficácia e legalidade.

Após esta introdução, a base teórica será apresentada na segunda seção, sendo essencial para os conceitos em foco. A terceira seção detalha a metodologia empregada na pesquisa, descrevendo as técnicas utilizadas. A quarta seção apresenta análises dos resultados alcançados, bem como possíveis soluções de IA para o SCIMB. Por fim, a quinta seção oferece uma reflexão conclusiva sobre o estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Auditoria Interna Governamental

De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 3/2017, do Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União, a auditoria interna governamental é uma atividade independente e imparcial, voltada tanto para a avaliação quanto para a consultoria. Seu principal objetivo é agregar valor e melhorar as operações das organizações públicas, auxiliando-as no alcance de seus objetivos.

> A Constituição Federal de 1988 estabelece que o Sistema de Controle Interno (SCI) de cada Poder é responsável por realizar a fiscalização contábil, financeira, orçamentária, operacional e patrimonial da União, abrangendo entidades da administração direta e indireta. Essa atribuição é realizada principalmente pela Atividade de Auditoria Interna Governamental (AIG) (BRASIL, 2023, p. 33).

Segundo o anexo do Estatuto da Auditoria Interna da MB, a atividade de AIG é exercida pelo CCIMAR, o qual compete também "prestar o apoio ao Controle Externo, no exercício de sua missão institucional, conforme disposto no Inciso IV, do Art. 74, da Constituição Federal de 1988" (BRASIL, 2021, p. 1), que será exercido por meio da cooperação de informações e de experiências, na execução de ações integradas, sendo essas compartilhadas ou complementares. Nessa esteira, embora os objetivos da auditoria interna sejam diferentes da auditoria externa, ambos "promovem boa governança ao contribuírem para a transparência e *accountability* pelo uso de recursos públicos, assim como para a economia, eficiência e efetividade na administração pública" (INTOSAI, 2017, p. 17).

Apesar de o CCIMAR ter um papel de destaque nessa missão, vale ressaltar que a execução e o acompanhamento dessas atividades não são feitos unicamente por essa Organização Militar (OM). Nesse sentido, foi instituído, por meio da Portaria MB/MD nº 18/2021, do Comandante da Marinha, o Sistema de Controle Interno da Marinha do Brasil (SCIMB), com sua estrutura apresentada no Quadro 1. Dentre seus objetivos, os quais constam no anexo da Portaria, destacam-se os mencionados a seguir:

> [...] II - apoiar o controle externo no exercício de sua missão institucional;
> III - contribuir com a melhoria da gestão e da qualidade do gasto público;
> IV - propiciar aderência do gasto aos objetivos estratégicos da MB;
> V - contribuir para a consecução do dever constitucional de prestar contas;
> VI - avaliar o cumprimento de metas e execução de programas de governo;
> IX - assegurar que as informações produzidas sejam íntegras e confiáveis à tomada de decisões superiores, ao cumprimento de obrigações de transparência e à prestação de contas. (BRASIL, 2021, p. 1)

Quadro 1 – Estrutura do SCIMB sob a ótica do controle interno

Órgão	Função
Estado Maior da Armada (EMA)	Órgão de Direção Geral
Órgãos de Direção Setorial (ODS)	Assessorar o EMA (DE e ACI)
Secretaria-Geral da Marinha (SGM)	Órgão Central do SCIMB
Diretoria de Administração da Marinha (DAdM)	Licitações/Acordos e Atos Adm.
Diretoria de Finanças da Marinha (DFM)	Programação Financeira/Contabilidade/Custos
Diretoria de Gestão Orçamentária da Marinha (DGOM)	Programação Orçamentária
CCIMAR	Unidade Setorial de Controle Interno da MB
Organizações Militares (OM) da MB	Controles Internos sobre suas atividades administrativas e operacionais
Conselho Administrativo e Financeiro da Marinha (COFAMAR)	Elevado Nível de Controle
Conselho do Plano Diretor (COPLAN)	Ciclo de Planejamento SPD
Assessorias de Controle Interno (ACI)	Aperfeiçoar Controles Internos OM

Fonte: Anexo da Portaria MB/MD nº 18/2021, do CM, adaptado pelo autor.

2.2 Inteligência Artificial (IA)

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), conforme apontam Fedyk et al. (2022, p. 6), define IA como um "sistema baseado em máquina que pode, para um determinado conjunto de objetivos definidos por humanos, fazer previsões, recomendações ou tomar decisões que influenciem ambientes reais ou virtuais."

Norvig e Russel (2013, p. 23) dissertam sobre definições de IA de forma mais detalhada, organizando-as em quatro categorias principais: a primeira é a de IA "Pensando como um humano", onde a ênfase está em replicar o processo de pensamento humano, buscando entender e simular o raciocínio e a tomada de decisões que os seres humanos realizam mentalmente. A segunda, "Pensando racionalmente", foca na construção de modelos que simulem a lógica e as faculdades mentais de raciocínio, fundamentando-se na ideia de que o comportamento inteligente deve ser lógico e racional. A terceira, "Agindo como seres humanos", explora a tentativa de construir máquinas que consigam executar tarefas que exigem habilidades humanas, como reconhecimento de fala e interação social. Por fim, a categoria "Agindo racionalmente" engloba a construção de sistemas que tomem decisões de forma autônoma e racional, otimizando ações com base em um objetivo predeterminado e utilizando técnicas de inteligência computacional.

No contexto da MB, as Orientações Estratégicas sobre Inteligência Artificial do EMA definem IA da seguinte forma:

> A IA é uma tecnologia, dentro da área da ciência da computação, que simula a inteligência humana e apresenta capacidade de desenvolver raciocínios com base na análise de grande quantidade de dados. Seu objetivo é contribuir para a execução de demandas complexas, de forma eficiente e autônoma, aprimorando e agilizando o processo decisório (BRASIL, 2024, p. 1).

No campo da auditoria, a IA pode ser definida como "métodos baseados em máquinas usados para representar, estruturar e modelar dados (incluindo grandes quantidades de dados não estruturados), levando a previsões e inferências mais precisas" (FEDYK et al. 2022, p. 6).

2.3 *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina)

Segundo Reese (2017), *Machine Learning (ML)* ou Aprendizado de Máquina é um subcampo da IA, que permite que as máquinas recebam dados e "aprendam" por si mesmas, ou seja, a partir de dados, sem a necessidade de serem explicitamente programados. Em vez de seguir instruções pré-definidas, os sistemas de *ML* utilizam algoritmos que identificam padrões em dados, fazem previsões ou geram decisões com base nesses padrões.

Em outros termos, aprendizado de máquina é a "aplicação de técnicas computacionais na tentativa de encontrar padrões ocultos em dados" (AMARAL, 2016, p. 81), o que pode acarretar a melhora da tomada de decisões ao longo do tempo, com base nas experiências adquiridas através do treinamento com dados (BELHARET, BHARATHAN, DZINGINA, MADHAVAN, MATHUR, TOTI e MARKOWSKI, 2020).

Na auditoria, conforme apresentam Fedyk et al. (2022), IA é utilizada principalmente para identificar anomalias e prevenir fraudes, por meio do aprendizado de máquina para análise de padrões.

> Em vez de dependerem principalmente de técnicas de amostragem representativas, os algoritmos de aprendizado de máquina podem oferecer às empresas oportunidades de revisar toda uma população em busca de anomalias. Quando as equipes de auditoria podem trabalhar com toda a população de dados, elas podem realizar seus testes de maneira mais direcionada e intencional (DICKEY, BLANKE e SEATON, 2019).

2.4 *Deep Learning* (Aprendizado Profundo)

Holdsworth e Scapicchio (2024) explicam que o *Deep Learning (DL)* é uma subcategoria do aprendizado de máquina, que utiliza redes neurais profundas, formadas por várias camadas, para simular o processo de tomada de decisão do cérebro humano. Essa tecnologia, segundo os autores, está presente na maioria das aplicações de IA atualmente.

> Uma rede neural é um programa de aprendizado de máquina, ou modelo, que toma decisões de maneira semelhante ao cérebro humano, utilizando processos que imitam a forma como os neurônios biológicos trabalham juntos para identificar fenômenos, avaliar opções e chegar a conclusões (*INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION*, 2024).[1]

Em outras palavras, qualquer solução que inclua reconhecimento de fala, processamento de imagens, análise comportamental, entre outras funcionalidades, é viável para o uso de algoritmos de *DL* (PINKOWSKI, 2023). Ainda, segundo o autor, destacam-se os seguintes modelos:

(i) Redes Neurais Convulsionais (CNNs) - normalmente utilizadas no processamento de imagens e vídeos;
(ii) Redes Neurais Recorrentes (RNNs) - habitualmente usadas no Processamento de Linguagem Natural (PLN);
(iii) Redes Adversárias Generativas (GANs) - empregadas na geração de dados sintéticos (imagens e música, por exemplo). Este é um dos modelos de IA generativa, o qual será abordado no tópico seguinte.

Em auditoria, as funções do *deep learning* permitem a automação de diversas tarefas, incluindo a revisão de documentos-fonte, processamento de papéis e a extração de metadados de conferências, e-mails e notícias, o que proporciona evidências adicionais para complementar as características financeiras tradicionais (ISSA, SUN e VASARHELYI, 2016).

2.5 Inteligência Artificial Generativa

Segundo Riemer e Peter (2024), as IA generativas são sistemas que utilizam técnicas de *deep learning*, baseando-se em grandes redes neurais profundas para identificar e aprender padrões complexos. Esse processo envolve o treinamento de redes neurais artificiais utilizando modelos matemáticos e probabilísticos, permitindo que essas redes adquiram conhecimento a partir de dados de treinamento específicos em grandes volumes de dados, sendo capazes de criar conteúdos variados, como textos, imagens, áudios e vídeos (GOODFELLOW, BENGIO e COURVILLE, 2016).

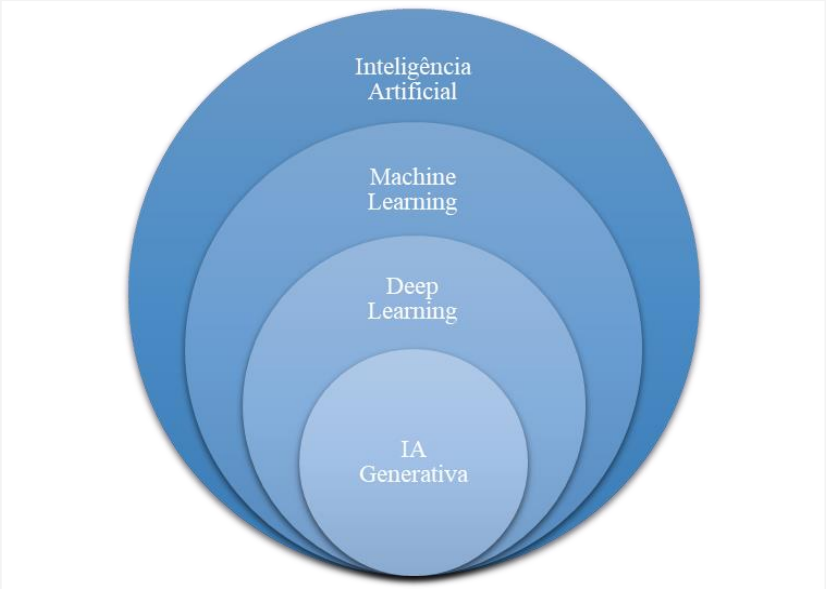
> Os algoritmos de IA são criados por meio do treinamento de estruturas matemáticas e probabilísticas, chamadas de redes neurais artificiais, com dados de treinamento que incorporam os tipos de padrões que a rede deve herdar (ou "aprender"). Esse processo resulta no que é comumente conhecido como um modelo de IA. Uma vez treinado, por exemplo, em um grande número de fotos, o modelo de IA é capaz de reconhecer, em um novo dado (por exemplo, uma foto que ele nunca viu antes), com um alto grau de probabilidade, padrões do mesmo tipo (RIEMER e PETER, 2024, p. 3).

Conforme descrito por Feuerriegel, Hartmann, Janiesch e Zschech (2023), ao contrário dos modelos tradicionais de IA, que são projetados para atender tarefas específicas dentro de organizações, as IA generativas, como o *ChatGPT* e o *Google Gemini*, são construídas com base em grandes modelos chamados de "modelos de fundação", que não são direcionados para tarefas específicas. A partir dessas bases de dados e treinamentos, as IA generativas têm

demonstrado um enorme potencial para desempenhar tarefas criativas e interativas, gerando conteúdos que se assemelham aos produzidos por humanos (RIEMER e PETER, 2024). No que diz respeito à "similaridade com humanos", segundo um estudo realizado por Mei, Xie, Yuan e Jackson (2024), o *ChatGPT-4* demonstra padrões de comportamento que não se diferenciam do comportamento humano comum, ajustando suas respostas ao longo das interações, sugerindo um aprendizado contínuo a partir das conversas.

A adoção de tecnologias de IA generativa na auditoria tem demonstrado um grande potencial para aumentar a eficiência dos auditores na coleta e revisão de documentações. De acordo com a OCDE, conforme aponta o portal do TCU[2], ferramentas como o ChatTCU exemplificam como a IA generativa pode ser utilizada para agilizar a coleta de evidências e a revisão de documentos, permitindo que auditores solicitem resumos de casos, façam perguntas técnicas relacionadas ao trabalho e obtenham suporte para serviços administrativos. Essa abordagem não apenas revoluciona as práticas internas, como também fortalece a atuação no controle externo, destacando-se como um avanço importante para instituições que realizam auditorias. Na Figura 1 a seguir é apresentada a relação entre esses domínios da IA.

Figura 1 – Relação entre IA, *ML*, *DL* e IA Generativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

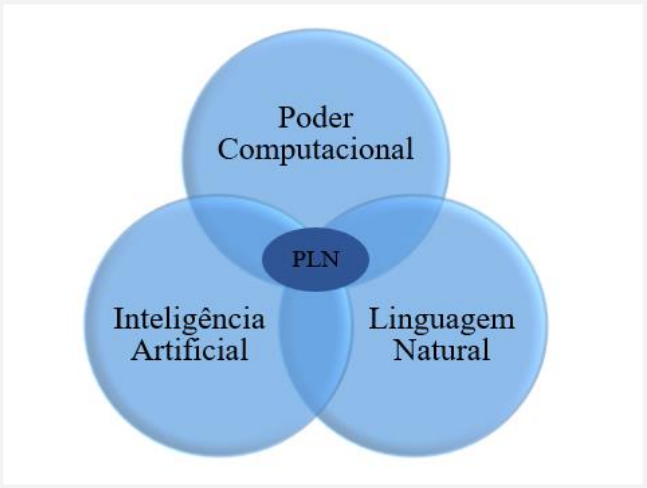
2.6 Processamento de Linguagem Natural (PLN)

Segundo Sharda, Derlen e Turban (2019), o PLN pode ser definido como um subdomínio da IA e da linguística computacional que trata do problema da "compreensão" da linguagem humana natural, buscando transformar representações da linguagem, como documentos textuais, em estruturas formais constituídas por dados numéricos e simbólicos, que permitem uma manipulação mais fácil por programas de computador. A Figura 2 representa bem essa associação. Ainda, Gil, Martinez Torres e González-Crespo (2021) afirmam que o PLN visa a melhorar a capacidade dos computadores de processar a linguagem natural.

> De modo geral, em PLN buscam-se soluções para problemas computacionais, ou seja, tarefas, sistemas, aplicações ou programas, que requerem o tratamento computacional de uma língua (português, inglês etc.), seja escrita (texto) ou falada (fala) (CASELI, NUNES e PAGANO, 2024, p. 8).

De acordo com Pinkowski (2023), a forma como os humanos passam informações uns aos outros é chamada de Linguagem Natural. Entre as técnicas mais utilizadas, segundo o autor, destacam-se a tokenização (processo de separar o texto em palavras ou frases individuais), a marcação de parte do discurso, a análise de sentimento e a classificação de textos. Ainda nessa linha, o autor dispõe que "o PLN tem muitas aplicações, como *chatbots*[3], mecanismos de pesquisa, tradução de idiomas e sistemas de conversão de texto em fala" (PINKOWSKI, 2023, p. 27).

Figura 2 – **Representação dos domínios envolvidos no PLN**



Fonte: Pinkowski (2023), adaptado pelo autor.

Conforme explicado no tópico sobre IA Generativa, o TCU utiliza o ChatTCU: um *chatbot* baseado em processamento de linguagem natural, solução que será apresentada ao final deste estudo.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas como exploratórias, explicativas ou descritivas. Pesquisas exploratórias têm como principal objetivo aumentar a familiaridade com o problema, tornando-o mais claro ou ajudando na formulação de hipóteses, por meio de levantamentos bibliográficos, entrevistas e análise de exemplos. As pesquisas explicativas procuram identificar os fatores que influenciam ou causam determinados fenômenos, detalhando suas razões, sendo estas mais complexas. Por fim, as pesquisas descritivas se concentram em descrever as características de uma população ou fenômeno, utilizando métodos padronizados de coleta de dados, como questionários e observações sistemáticas.

Neste trabalho, optou-se por uma abordagem exploratória e descritiva, adequadas para investigar a aplicação de IA em auditorias internas governamentais. A abordagem exploratória foi escolhida por se tratar de uma área pouco estudada no contexto da auditoria interna na MB, permitindo uma compreensão mais aprofundada do problema e a formulação de novas hipóteses sobre o uso da IA na auditoria (SAMPIERI, COLLADO e LUCIO, 2006). A abordagem descritiva, por sua vez, busca descrever de forma detalhada o uso da IA por órgãos de controle interno, estabelecendo relações entre as características observadas, os benefícios alcançados e os desafios enfrentados na implementação dessas tecnologias (GIL, 2002).

Quanto à abordagem do problema, esta pesquisa é quali-quantitativa, pois, segundo Brasileiro (2013), essa classificação é atribuída a estudos que combinam dados qualitativos e quantitativos em sua análise. Conforme dissertam Moura, Ferreira e Paine (1998), os dados qualitativos são obtidos por meio de descrições narrativas e análises interpretativas, baseando-

se em múltiplas fontes de dados, como documentos normativos, estudos acadêmicos e relatórios técnicos. O caráter qualitativo deste estudo se manifesta na análise crítica dessas fontes, visando identificar padrões, práticas e desafios comuns relacionados à aplicação de IA em auditorias. Já o caráter quantitativo, de acordo com Gil (2002), envolve a utilização de dados numéricos e estatísticos para descrever e interpretar fenômenos, permitindo a análise de variáveis de forma objetiva e a verificação de hipóteses previamente estabelecidas. A pesquisa quantitativa, portanto, busca quantificar dados e generalizar resultados, podendo ser organizados em tabelas.

No que diz respeito aos procedimentos técnicos, este trabalho utiliza a pesquisa bibliográfica e documental como principais métodos de coleta de dados. A pesquisa bibliográfica visa a atingir os seguintes objetivos: "a) identificar as informações e os dados constantes do material impresso; b) estabelecer relações entre as informações e os dados obtidos com o problema proposto; c) analisar a consistência das informações e dados apresentados pelos autores" (GIL, 2002, p. 77). Portanto, a pesquisa bibliográfica foi realizada, basicamente, a partir de artigos científicos sobre a IA, IA aplicada em auditoria, auditoria governamental e controle interno. Já a pesquisa documental, embora se assemelhe à bibliográfica, possui objetivos mais específicos, podendo exigir a consulta aos mais diversos tipos de arquivos públicos e particulares (GIL, 2002). Assim, a pesquisa documental pautou-se na análise de documentos normativos, inclusive da MB, sites oficiais e relatórios de gestão dos órgãos de controle, estes apresentando o uso de IA e suas ferramentas relacionadas aos processos de controle e fiscalização.

Para a interpretação dos dados, utilizou-se a análise de conteúdo proposta por Matos e Vieira (2002), que busca a compreensão crítica do significado das comunicações presentes nos documentos e nas fontes consultadas. Esse tipo de análise envolve a escolha de categorias e temas específicos, relacionados ao uso de IA nas auditorias, a fim de identificar padrões e relações que possam auxiliar na implementação dessas tecnologias. O processo incluiu uma leitura exaustiva dos documentos e a escolha de fragmentos relevantes, que foram analisados com base nas categorias estabelecidas previamente.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

É notório que a adoção de IA nos processos de auditoria tem mostrado ótimos resultados em termos de eficiência, precisão e redução de erros. A fim de ilustrar esses benefícios, será apresentado, brevemente, os impactos dessa tecnologia no mercado de trabalho, que tem ocasionado alterações nas funções dos auditores e que tem criado uma nova dinâmica nas auditorias. Em sequência, far-se-á uma exposição dos resultados alcançados pelas ferramentas de IA em órgãos de controle no Brasil. Segue-se com os benefícios e desafios apontados por profissionais de auditoria e pesquisadores. Por fim, serão abordadas soluções de IA para o SCIMB.

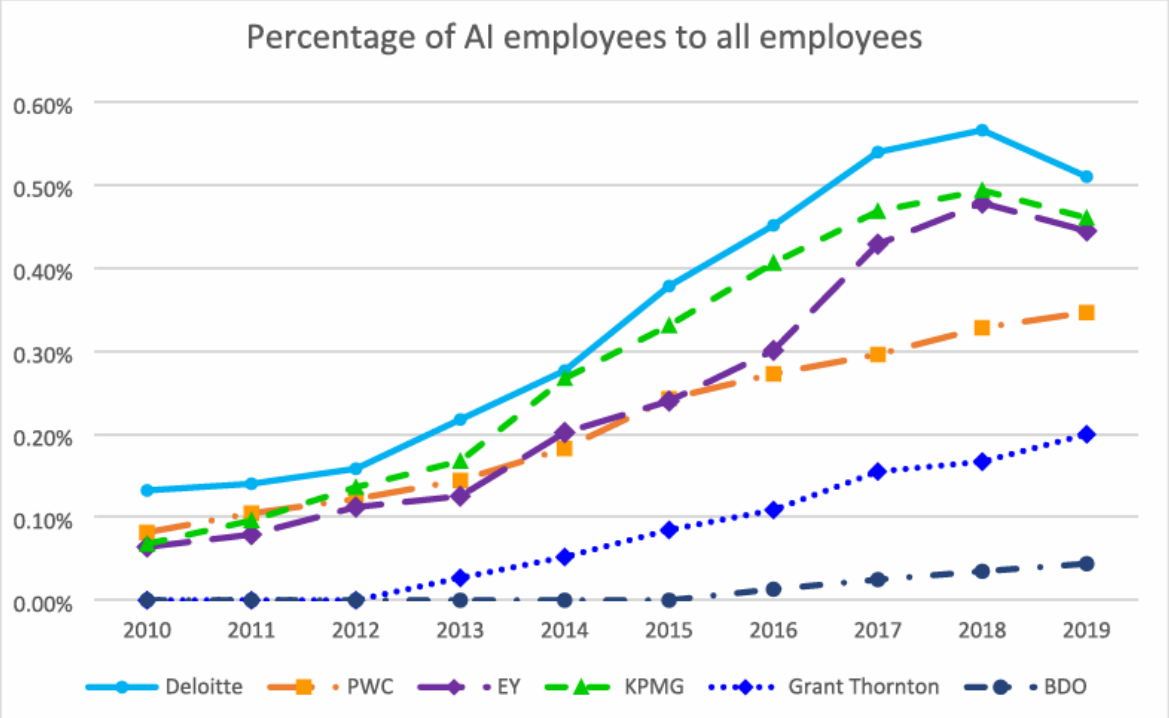
4.1 O impacto da IA nas firmas de auditoria

Segundo Issa, Sun e Vasarhelyi (2016), em termos de impacto no mercado de trabalho, a IA também provocou uma reconfiguração das funções dentro das empresas de auditoria. Com a automação de tarefas simples, as empresas que investiram mais em IA conseguiram reduzir sua força de trabalho em 3,6% após três anos e 7,1% após quatro anos, especialmente em relação aos trabalhadores juniores. Essa mudança permite que auditores mais experientes foquem em tarefas mais complexas e estratégicas, enquanto a IA assume as atividades operacionais repetitivas.

De acordo com o estudo de Fedyk et al. (2022), a Figura 3 abaixo mostra o crescimento do número de funcionários especializados em IA nas seis maiores firmas de auditoria dos

Estados Unidos da América entre os anos de 2010 e 2017. Observa-se um aumento significativo a partir de 2014, quando o número de empregados com habilidades em IA nas firmas começa a crescer de forma acelerada. Em 2010, em média, menos de 0,1% dos funcionários eram especializados em IA, enquanto em 2017 esse número ultrapassa 0,35%, evidenciando o crescente investimento das empresas na adoção de IA para melhorar a eficiência e qualidade dos processos de auditoria.

Figura 3 – Percentual de funcionários especializados em IA sobre o total de funcionários nas seis maiores empresas de auditoria que atuam nos Estados Unidos da América



Fonte: Fedyk et al. (2022).

4.2 Eficácia das ferramentas de IA nos processos de auditoria

4.2.1 O Alice no controle interno – CGU

Segundo Dantas e Martins (2022), a ferramenta Alice, desenvolvida pela Controladoria-Geral da União (CGU), foi projetada para automatizar a identificação de irregularidades em processos de compras públicas. Utilizando técnicas de mineração de dados e trilhas de auditoria predefinidas, a ferramenta analisa os editais publicados no portal de compras do Governo Federal, verificando indícios de fraudes, sobrepreços e restrições à competitividade. Com base nos alertas emitidos, os auditores decidem se há a necessidade de aprofundamento das análises, o que pode levar à abertura de auditorias preventivas para investigar os processos licitatórios de maneira mais detalhada. Conforme expõe a CGU, "a ação automatizada é importante já que, diariamente, são publicados mais de 500 editais, o que tornaria a análise humana inviável." (BRASIL, 2023, p. 43).

> [...] o Alice é eficaz na medida em que promove um maior controle sobre as licitações futuras, automatizando a atividade humana, promovendo um método eficiente de prevenção à corrupção e à má gestão (DANTAS e MARTINS, 2022, p. 13).

Ao consolidar os dados dos Relatórios de Gestão da CGU na Tabela 1, percebe-se a importância da ferramenta no contexto das auditorias preventivas. Cabe ressaltar, ainda, que

nos anos de 2020 e 2021 houve suspensões e cancelamentos de certames na ordem de 718 e 224 milhões de reais, respectivamente, gerando um benefício financeiro significativo à Administração Pública (BRASIL, 2020; BRASIL, 2021).

Tabela 1 – **Eficácia do Alice na CGU**

Ano	Alertas emitidos	Auditorias preventivas abertas	Valor estimado das licitações (em bilhões)
2020	1.276	77	R$ 2,69
2021	1.292	42	R$ 1,18
2022	64.020	530	R$ 11,84
2023	51.304	203	R$ 27,18

Fonte: Controladoria-Geral da União (2020 a 2023), adaptado pelo autor.

4.2.2 O Alice no controle externo – TCU

De acordo com o Relatório de Gestão de 2022 do TCU, os impactos positivos gerados pela atuação da Corte de Contas resultam em benefícios para a sociedade, embora muitos deles sejam de difícil mensuração financeira. Esses benefícios incluem a prevenção de desperdícios, melhorias na alocação de recursos, sugestões de aprimoramento legislativo, redução de danos ambientais e avanços em políticas públicas. No entanto, alguns benefícios podem ser quantificados financeiramente e são classificados como potenciais ou efetivos.

O benefício potencial refere-se aos resultados que podem ser alcançados caso as deliberações do Tribunal sejam atendidas, enquanto o benefício efetivo decorre do cumprimento das determinações ou de iniciativas dos gestores durante ações de controle, sem a necessidade de um acórdão para ser contabilizado (BRASIL, 2022).

Nesse contexto, os benefícios decorrentes da análise do Alice são classificados como benefícios efetivos, os quais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – **Benefícios decorrentes da análise do Alice no TCU**

Ano	Benefício efetivo
2021	R$ 426.204.562,86
2022	R$ 720.231.589,50
2023	R$ 670.589.302,84

Fonte: Tribunal de Contas da União (2021 a 2023), adaptado pelo autor.

4.2.3 Robô IZA na ouvidoria – CGDF

Um outro exemplo, sob a gestão da Ouvidoria-Geral do DF, unidade integrante da CGDF, é a ferramenta de IA IZA. Segundo informações da CGDF, a robô IZA foi implementada pela Ouvidoria-Geral para automatizar o processo de triagem e encaminhamento de manifestações dos cidadãos. Em 2023, a IZA auxiliou a Ouvidoria-Geral a realizar mais de 234 mil atendimentos, aumentando a eficiência ao identificar rapidamente os assuntos e encaminhar corretamente as demandas aos órgãos competentes. Essa automação resultou em uma significativa redução do tempo de processamento das manifestações, melhorando a satisfação dos usuários, que atingiu 71%, com um aumento de 10% em relação ao ano anterior.

De igual forma, conforme dispõe a Ouvidoria, a IZA desempenha um importante papel na redução de erros humanos ao automatizar a categorização de demandas. Aprimorando-se com base nos registros anteriores, a ferramenta contribuiu para a modernização dos serviços públicos, acelerando o tempo de resposta das manifestações, que caiu de 15 para 5 minutos (cerca de 66%).[4]

4.3 Benefícios e desafios na implementação de IA

A implementação da IA na auditoria tem o potencial de transformar significativamente a maneira como as auditorias são realizadas. Embora ofereça grandes benefícios, como maior precisão e eficiência, também traz desafios que precisam ser enfrentados. Diversos estudos exploram esses aspectos cujas conclusões são complementares, destacando-se as vantagens e as dificuldades na adoção dessa tecnologia. A seguir, será apresentada uma exploração das pesquisas de Borges, Leroy, Carvalho, Lima e Oliveira (2020), bem como uma consolidação de estudos de outros autores, como Fedyk et al. (2022), Wassie e Lakatos (2024) e Meira (2019), que também discutem os principais benefícios e desafios da IA no contexto da auditoria.

4.3.1 Análise sob a percepção de profissionais de auditoria

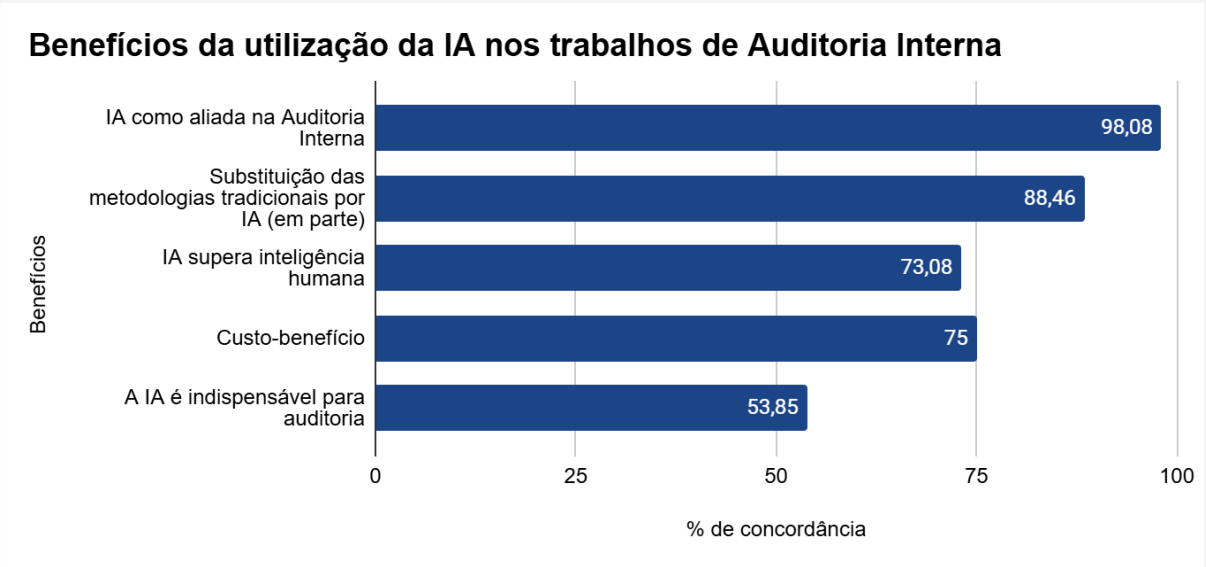
Borges et al. (2020) realizaram uma pesquisa com uma amostra de 52 profissionais, incluindo auditores internos e gestores de empresas, com o objetivo de avaliar a percepção e o impacto da implementação da Inteligência Artificial nos processos de auditoria interna. Os participantes responderam a um questionário estruturado com 26 questões, abordando as mudanças trazidas pela IA, seus desafios e as expectativas de adoção dessa tecnologia em suas respectivas organizações. Foi realizada uma adaptação para o presente estudo, em que as questões de número 10, 12, 15, 16, 18, 19, 22, 23, 24 e 25 foram exploradas, contendo análises das respostas nos parágrafos subsequentes e a consolidação em dois gráficos em barras horizontais logo em seguida, representados pelas Figuras 4 e 5, os quais são adequados para representação de variáveis qualitativas e quantitativas (ARA, MUSETTI e SCHNEIDERMAN, 2003).

Como possíveis benefícios, conforme aponta o estudo de Borges et al. (2020), os dados da pesquisa indicam uma percepção amplamente positiva em relação ao uso da IA nos processos de auditoria. 98,08% desses profissionais acreditam que a IA pode ser uma aliada importante na auditoria interna, enquanto 88,46% concordam que a IA substituirá, em parte, as metodologias tradicionais, evidenciando uma forte expectativa de modernização dos processos. Ademais, 73,08% dos profissionais entrevistados acreditam que a IA tem potencial para superar a inteligência humana em determinadas tarefas, como a análise de grandes volumes de dados, o que reflete uma confiança crescente no potencial de automação para aumentar a eficiência e precisão nas auditorias. A maioria também reconhece o custo-benefício da IA, cerca de 75%, destacando o impacto positivo que sua implementação pode gerar nos processos de auditoria. Adicionalmente, 53,85% dos respondentes concordam que a IA é indispensável para o trabalho de auditoria, reforçando a percepção de que sua implementação será essencial no futuro das auditorias.

No entanto, segundo a pesquisa, há desafios relevantes à implementação da IA nos processos de auditoria. Cerca de 57,69% dos respondentes mencionam que existe resistência à adoção da IA, indicando uma barreira cultural e técnica. Já a automação total ainda está distante, com 51,92% afirmando que os processos manuais não foram completamente substituídos por IA. A questão da aplicabilidade estratégica também se apresenta como um desafio: 75% dos respondentes discordam que a IA deva ser usada em questões estratégicas, preferindo seu uso para funções mais operacionais e analíticas, sugerindo que há uma relutância em aplicar IA em

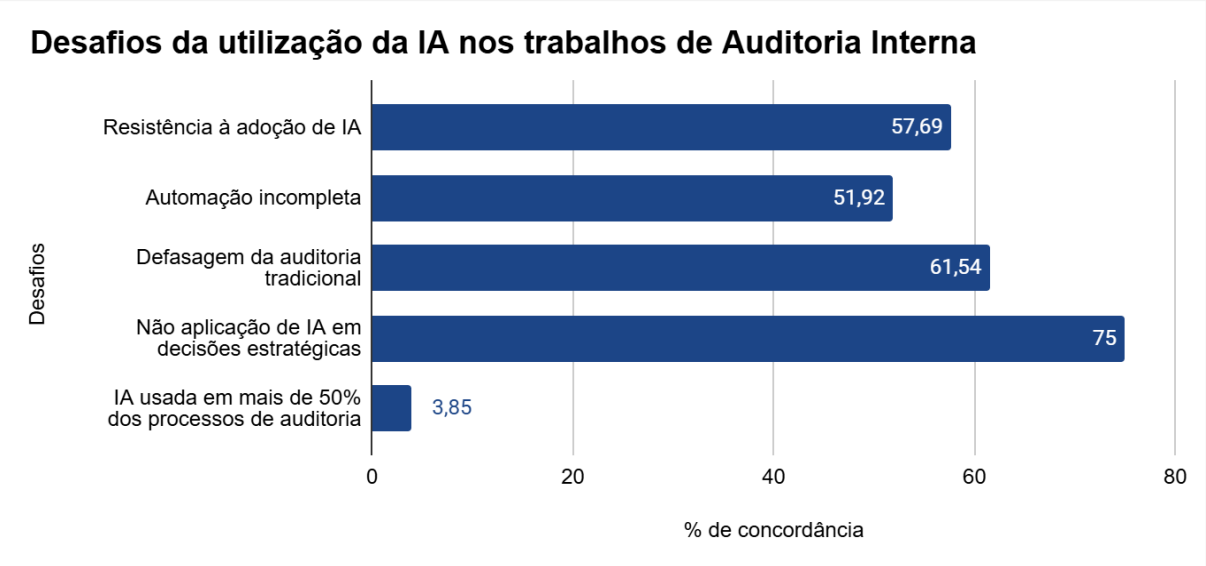
decisões de maior importância dentro das auditorias. Por fim, a percepção de que a auditoria tradicional está defasada (61,54%) reforça a necessidade de modernização, mas a baixa adoção tecnológica nas empresas (apenas 3,85% utilizam IA em mais de 50% dos processos) demonstra que muitas organizações ainda dependem de métodos convencionais.

Figura 4 – Benefícios da utilização da IA nos trabalhos de Auditoria Interna sob a percepção de profissionais



Fonte: Borges et al. (2020), adaptado pelo autor.

Figura 5 – Desafios da utilização da IA nos trabalhos de Auditoria Interna sob a percepção de profissionais



Fonte: Borges et al. (2020), adaptado pelo autor.

4.3.2 Análise de pesquisadores

O Quadro 2 abaixo apresenta os principais benefícios e desafios identificados na aplicação da IA nos processos de auditoria, de acordo com o estudo dos respectivos estudiosos na área, cujos apontamentos corroboram, em regra, o entendimento dos demais autores apresentados neste trabalho. Esse levantamento permite uma visão ampla dos impactos positivos, como aumento de eficiência e precisão, ao lado dos obstáculos técnicos e culturais

enfrentados na implementação. Esses fatores são essenciais para avaliar a viabilidade e os ajustes necessários para o uso eficaz de IA na auditoria interna.

Quadro 2 – **Benefícios e desafios em utilizar a IA nos processos de auditoria**

Benefícios	
Melhoria na qualidade e eficiência.	A IA aprimora a precisão e eficiência em áreas críticas como prevenção de fraudes e avaliação de riscos (FEDYK et al., 2022).
Redução de custos.	A utilização da IA contribui para a diminuição dos custos operacionais das auditorias (FEDYK et al., 2022).
Diminuição de reemissões de relatórios.	O uso da IA reduz a necessidade de reemissões de relatórios devido à sua precisão (FEDYK et al., 2022).
Auditoria de 100% dos dados. Capacidade de analisar todos os dados.	A IA possibilita a auditoria de toda a população de dados, oferecendo maior precisão e abrangência, em vez de apenas amostragens (WASSIE e LAKATOS, 2024; MEIRA, 2019).
Redução de horas de trabalho repetitivo.	A automação de tarefas manuais libera os auditores para atividades mais complexas e analíticas (MEIRA, 2019).
Respostas rápidas aos riscos.	A IA agiliza a detecção de riscos e oferece soluções mais rápidas e eficazes para os negócios (MEIRA, 2019).
Desafios	
Impacto no desenvolvimento de auditores juniores.	A automação de tarefas básicas pode limitar o aprendizado e o crescimento dos auditores em início de carreira (FEDYK et al., 2022).
Altos custos de manutenção.	A implementação e manutenção de sistemas de IA exigem investimentos significativos (WASSIE e LAKATOS, 2024).
Riscos de perda de informações.	A IA pode ser vulnerável a ataques cibernéticos e falhas de sistema, gerando riscos de perda de dados (WASSIE e LAKATOS, 2024).
Complexidade das análises	A IA lida com grandes volumes de dados, o que aumenta a complexidade das auditorias (MEIRA, 2019).
Excesso de confiança na IA	Dependência excessiva dos sistemas de IA pode resultar em falhas na detecção de informações críticas (MEIRA, 2019).
Risco regulatório	Se a IA falhar na detecção de erros, a responsabilidade ainda recai sobre os auditores, o que pode gerar sérios problemas regulatórios (MEIRA, 2019).

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.4 Soluções propostas

A implementação de um *chatbot* contendo informações de documentos ostensivos da SGM pode proporcionar ganhos significativos em termos de eficiência, produtividade e acessibilidade às informações. Organizações Militares como a DAdM, DGOM e DFM, que fazem parte do SCIMB, possuem um grande volume de normativos e orientações que são fundamentais para o bom andamento das atividades da Marinha. Um *chatbot* integrado permitiria que os usuários realizassem consultas de maneira rápida e automatizada, sem a necessidade de realizar ligações ou verificar manualmente cada documento, economizando

tempo tanto para os usuários quanto para os especialistas das OMOT, a exemplo das supramencionadas, que não precisariam lidar com solicitações repetitivas. Os benefícios dessas soluções serão detalhados nos Quadros 3, 4 e 5, inseridos na exposição de cada proposta.

Os desafios dessas alternativas podem ser resumidos em três principais pontos: complexidade de configuração e ajuste dos modelos; dependência de infraestrutura externa e fornecedores terceirizados em alguns casos; e necessidade de garantir a segurança e conformidade com as políticas da Marinha para integração com sistemas e dados internos. Essas questões exigem atenção especial para garantir que a proposta escolhida atenda às necessidades da instituição de forma segura e eficiente, sem comprometer a integridade dos dados e a estabilidade dos sistemas.

A seguir, serão apresentadas três sugestões de *chatbots* que utilizam IA Generativa: a primeira, utilizando o código-fonte do ChatTCU, do TCU; a segunda, utilizando a biblioteca *Transformers* do *Hugging Face*[5], com a linguagem de programação *Python*; por último, uma solução pronta no formato do *Chatbase*.

4.4.1 Código-fonte do ChatTCU

A MB poderia adotar o ChatTCU como modelo de solução para seu *chatbot* institucional, aproveitando a experiência e infraestrutura do Tribunal de Contas da União. O órgão disponibiliza o código-fonte por meio de cessão, sem ônus para as partes. O procedimento está preconizado na Portaria TCU 69/2010, que regulamenta o licenciamento de uso das soluções de TI desenvolvidas internamente.

Baseada no PLN, a ferramenta opera na infraestrutura em nuvem da empresa Claro S.A. por meio de um contrato que assegura a confidencialidade e a segurança dos dados, mantendo-os sob o controle do órgão e protegidos por múltiplas camadas de segurança. As informações desse passo a passo, do termo contratual e do edital foram obtidas por meio do Pedido de Acesso à Informação nº 376938, feito diretamente ao Tribunal, com fulcro no Art. 10 da Lei nº 12.527/2011 (Lei de Acesso à Informação).[6]

O sucesso dessa iniciativa tem sido demonstrado pelo compartilhamento da experiência com outros órgãos públicos, sendo a ferramenta já apresentada a diversas instituições federais. Somado a isso, o TCU é uma referência nacional e internacional no uso de IA, com dezoito soluções de IA desenvolvidas.[7] Aproveitando essa experiência e infraestrutura, a Marinha poderia adaptar o ChatTCU às suas necessidades específicas, implementando um *chatbot* robusto e eficiente para fornecer respostas contextualizadas com base nas publicações das OMOT do setor SGM.

Quadro 3 – Benefícios em adotar a solução do ChatTCU

Benefícios	
Infraestrutura segura e confiável.	Utiliza a nuvem da Claro S.A., garantindo proteção de dados com diversas camadas de segurança e confidencialidade, sob o controle do TCU.
Suporte técnico pelo TCU.	O TCU oferece suporte técnico contínuo às instituições públicas interessadas na implementação do ChatTCU, fornecendo orientações especializadas e garantindo atualizações tecnológicas.
Modelo consagrado e amplamente compartilhado.	A solução foi apresentada, até o início de 2024, a 80 instituições federais e foi procurada pelo Comitê de Controle Orçamentário do Parlamento Europeu com a finalidade de aprimorar o controle dos gastos públicos e combater a fraude e a corrupção utilizando as ferramentas de IA.[8]

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.4.2 Criação de um *chatbot* em *Python*, utilizando a biblioteca *Transformers* do *Hugging Face*

Uma outra opção para a Marinha seria implementar um *chatbot* robusto utilizando a linguagem de programação *Python* e a biblioteca *Transformers*, desenvolvida pela *Hugging Face*, que oferece ferramentas avançadas para a criação de modelos de linguagem, como o *GPT-2*. Esses modelos são capazes de entender texto e gerar respostas automaticamente, utilizando técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN). A biblioteca *Transformers* é de código aberto, o que permite o carregamento, ajuste e treinamento dos modelos de forma personalizada, atendendo às necessidades específicas da MB. Isso possibilita que a instituição adapte o *chatbot* para responder com precisão a perguntas baseadas em documentos ostensivos, como normas, manuais e atribuições.

Adicionalmente, para aumentar a integração e funcionalidade, pode-se implementar uma *API* (*Application Programming Interface* ou Interface de Programação de Aplicações, traduzido), que funciona como uma ponte entre o *chatbot* e outras fontes de dados internas da Marinha. Com o uso de *APIs*, o *chatbot* pode acessar sistemas administrativos, bases de dados internas e outros repositórios de informações, proporcionando dados dinâmicos e respostas contextualizadas. Dessa forma, as respostas podem ser fornecidas de forma precisa e em tempo real, aumentando a eficiência e relevância da solução para os usuários.

Um diferencial dessa abordagem é a utilização do *LangChain*, um *framework*[9] que facilita a organização e a conexão do *chatbot* com múltiplas fontes de dados. O *LangChain* permite criar fluxos de perguntas e respostas mais dinâmicos e abrangentes, conectando automaticamente diferentes documentos e sistemas. Essa ferramenta age como um "roteador inteligente", direcionando as perguntas para a fonte mais adequada, seja um documento, banco de dados ou sistema interno. Isso possibilita uma resposta mais precisa e adaptada ao contexto, sem que o usuário precise navegar manualmente por documentos ou interfaces.

Assim, ao combinar a flexibilidade e a capacidade de personalização da biblioteca *Transformers* com a conectividade oferecida por *APIs* e a eficiência organizacional do *LangChain*, a Marinha pode implementar uma solução moderna e eficiente para facilitar o acesso a informações importantes. Essa combinação de aplicações permite criar um *chatbot* capaz de gerenciar e acessar dados de maneira integrada, melhorando a produtividade e otimizando o fluxo de trabalho interno.

Quadro 4 – **Benefícios em adotar a solução de implementação em *Python***

Benefícios	
Autonomia e flexibilidade.	Usando *Python* e *Transformers*, a Marinha teria controle total sobre o treinamento, ajuste e manutenção do modelo, adaptando-o conforme novas demandas surgem.
Eficiência e organização de dados.	Com o uso de *LangChain* e *Transformers*, o *chatbot* direciona perguntas automaticamente para as fontes corretas, facilitando a recuperação eficiente de informações sem a necessidade de navegação manual entre documentos.
Integração e escalabilidade.	As *APIs* permitem conectar o *chatbot* a sistemas internos, mantendo dados atualizados e ampliando sua capacidade de atender diferentes setores e níveis da Marinha de forma escalável.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.4.3 Solução pronta: modelo *Chatbase*[10]

Por fim, uma outra linha de ação seria a contratação de uma solução de *chatbot* pronta, como a oferecida pela plataforma *Chatbase*. A vantagem de adotar uma solução pronta é a redução da complexidade do desenvolvimento e a rápida implantação de um sistema de atendimento virtual eficiente. O *Chatbase* é uma plataforma que oferece ferramentas para criar *chatbots* utilizando IA, sendo amplamente conhecida por sua facilidade de uso e funcionalidades integradas.

Quadro 5 – **Benefícios em adotar uma solução de *chatbot* pronta**

Benefícios	
Implementação rápida e integração.	Criação rápida com integração facilitada em *WhatsApp*, *Telegram*, portais web e outros canais de comunicação.
Redução de custos de desenvolvimento.	Menor necessidade de infraestrutura interna e treinamento de equipes.
Personalização flexível.	Ajuste da aparência e conteúdo do chatbot para atender às diretrizes da Marinha, de forma prática e rápida.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal investigar a viabilidade da aplicação de IA nos trabalhos de auditoria, focando na melhoria da eficiência e da eficácia dos processos de controle interno. Ao longo da pesquisa, foram analisadas as ferramentas de IA utilizadas por órgãos de controle no Brasil, destacando as suas contribuições para a otimização dos processos de auditoria. Além disso, constatou-se que a aplicação de IA nas auditorias têm impactado diretamente o mercado de trabalho, especialmente no que tange ao aumento de profissionais mais capacitados nessa área nas firmas de auditoria. Observou-se, também, que a percepção dos profissionais de auditoria em relação à IA é amplamente positiva, conforme identificado na análise das fontes consultadas, que ressalta os ganhos em precisão e eficiência.

A partir dessas análises, foi possível identificar práticas de sucesso, bem como os principais desafios enfrentados na implementação dessas tecnologias. Os resultados demonstraram que a adoção de IA permite a automação de tarefas repetitivas, a análise de grandes volumes de dados em tempo real e a detecção de anomalias de forma mais eficaz, contribuindo para a melhoria da qualidade das auditorias internas. Por outro lado, foi possível identificar que os desafios incluem a necessidade de adaptação cultural dos profissionais, a integração de sistemas de IA nos processos já existentes e os custos iniciais de implementação e manutenção da tecnologia. Esses fatores exigem planejamento estratégico para maximizar os benefícios e mitigar as barreiras associadas ao uso da IA nas auditorias internas.

Considerando esses aspectos, a vasta pesquisa documental e bibliográfica realizada constatou que os benefícios que a IA pode agregar à auditoria interna são significativos e superam os desafios associados à sua implementação. Em um cenário de rápida evolução tecnológica, torna-se indispensável adotar essas ferramentas para modernizar os processos de controle e fiscalização, evitando que a Marinha fique para trás frente às novas demandas do mercado.

Portanto, a pesquisa evidenciou que o uso de IA no Sistema de Controle Interno da Marinha (SCIMB) possui um grande potencial para aprimorar a gestão dos recursos públicos e

fortalecer os mecanismos de fiscalização e governança, alinhando-se às práticas adotadas por outros órgãos de controle no Brasil.

NOTAS

1: Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/topics/neural-networks. Acesso em: 04 out. 2024.

2: Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/tcu-e-unica-instituicao-com-uso-avancado-de-inteligencia-artificial-generativa-segundo-a-ocde.htm. Acesso em: 24 out. 2024.

3: Segundo a *International Business Machines Corporation* (2024), um *chatbot* pode ser descrito como um programa de computador desenvolvido para simular a conversa humana com o usuário final. Atualmente, os chatbots modernos integram técnicas avançadas de IA conversacional, como o processamento de linguagem natural (PLN), para interpretar as perguntas dos usuários e fornecer respostas automatizadas. Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/topics/chatbots. Acesso em: 24 out. 2024.

4: Disponível em: https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2023/09/25/ouvidoria-geral-ja-fez-mais-de-234-mil-atendimentos-em-2023/. Acesso em: 15 set. 2024.

5: Disponível em: https://huggingface.co/docs/transformers/v4.17.0/en/index. Acesso em: 24 out. 2024.

6: Link de acesso para os documentos do Pedido de Acesso à Informação nº 376938: https://drive.google.com/drive/folders/1_noeGHr7w4hd4hwTynG_2Gf5PKavrDWf?usp=sharing

7: Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/uso-de-inteligencia-artificial-aprimora-processos-internos-no-tcu.htm. Acesso em: 30 out. 2024.

8: Disponível em: https://atricon.org.br/parlamento-europeu-busca-inspiracao-no-tcu-para-uso-de-inteligencia-artificial/. Acesso em: 26 out. 2024

9: Segundo Sommerville (2011), *frameworks* são estruturas de software que oferecem uma base reutilizável para desenvolver aplicativos, sistemas ou componentes específicos, proporcionando bibliotecas e padrões que organizam o desenvolvimento e facilitam a manutenção do código.

10: Disponível em: https://chatbase.co/. Acesso em: 29 out. 2024.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Fernando. **Introdução à ciência de dados:** mineração de dados e big data. Alta Books Editora, 2016.

ARA, Amilton Braio; MUSETTI, Ana Villares; SCHNEIDERMAN, Boris. **Introdução à estatística**. Editora Blucher, 2003.

ASSOCIAÇÃO DOS MEMBROS DOS TRIBUNAIS DE CONTAS DO BRASIL. **Parlamento Europeu busca inspiração no TCU para uso de inteligência artificial**. 2023. Disponível em: https://atricon.org.br/parlamento-europeu-busca-inspiracao-no-tcu-para-uso-de-inteligencia-artificial/. Acesso em: 26 out. 2024.

BELHARET, A.; BHARATHAN, U.; DZINGINA, B.; MADHAVAN, N.; MATHUR, C.; TOTI, Y. D. B.; MARKOWSKI, K. **Report on the Impact of Artificial Intelligence on Project Management**. Machine Learning Journal, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3660689. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344365533_Report_on_the_Impact_of_Artificial_Intelligence_on_Project_Management. Acesso em: 15 out. 2024.

BORGES, W.; LEROY, R. S. D.; CARVALHO, L. F.; LIMA, N. C.; OLIVEIRA, J. M. **Implicações da inteligência artificial na auditoria interna no Brasil:** análise sob a percepção de profissionais. Sociedade, Contabilidade e Gestão, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 1-40, jan./abr. 2020. DOI: https://doi.org/10.21446/scg_ufrj.v0i0.25284. Disponível em: https://revistas.ufrj.br/index.php/scg/article/view/25284. Acesso em: 5 out. 2024.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 set. 2024.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Auditoria e fiscalização:** Alice. Disponível em: https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/auditoria-e-fiscalizacao/alice. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Relatório de gestão:** 2020. Brasília: CGU, 2021. Disponível em: https://www.cgu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Relatório de gestão:** 2021. Brasília: CGU, 2022. Disponível em: https://www.cgu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Relatório de gestão:** 2022. Brasília: CGU, 2023. Disponível em: https://www.cgu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Relatório de gestão:** 2023. Brasília: CGU, 2024. Disponível em: https://www.cgu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 03, de 9 de junho de 2017. **Dispõe sobre as normas de controle interno no âmbito do Governo Federal**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jun. 2017. Disponível em: https://repositorio.cgu.gov.br/bitstream/1/33409/19/Instrucao_Normativa_CGU_3_2017.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Lei n.º 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 18 nov. 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm. Acesso em: 1 nov. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. Circular nº 14, de 2024. **Orientações Estratégicas sobre Inteligência Artificial**. Brasília, 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria nº 18, de 2021. **Aprova as Normas do Sistema de Controle Interno da Marinha (SCIMB)**. Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria nº 19, de 2021. **Aprova o Estatuto de Auditoria Interna da Marinha do Brasil**. Brasília, 2021.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Instituições parceiras recebem suporte técnico para implementação do ChatTCU**. 2023. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/instituicoes-parceiras-recebem-suporte-tecnico-para-implementacao-do-chattcu.htm. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Órgãos públicos recebem licença para uso do ChatTCU**. 2023. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/orgaos-publicos-recebem-licenca-para-uso-do-chattcu.htm. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Portaria-TCU nº 69, de 16 de março de 2010. **Dispõe sobre o registro e o licenciamento de uso de soluções de tecnologia da informação desenvolvidas no âmbito do Tribunal de Contas da União**. Brasília, 2010. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Relatório anual de atividades:** 2020. Brasília: TCU, 2021. Disponível em: https://www.tcu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Relatório anual de atividades:** 2021. Brasília: TCU, 2022. Disponível em: https://www.tcu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Relatório de gestão:** 2021. Brasília: TCU, 2022. Disponível em: https://www.tcu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Relatório de gestão:** 2022. Brasília: TCU, 2023. Disponível em: https://www.tcu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Relatório de gestão:** 2023. Brasília: TCU, 2024. Disponível em: https://www.tcu.gov.br. Acesso em: 2 out. 2024.

CASELI, H. de M.; NUNES, M. das G. V. **Processamento de linguagem natural:** conceitos, técnicas e aplicações em português. São Carlos: BPLN, 2023. Disponível em: https://brasileiraspln.com/livro-pln/. Acesso em: 15 out. 2024.

CHAN, David Y.; VASARHELYI, Miklos A. **Innovation and practice of continuous Auditing1**. In: Continuous Auditing. Emerald Publishing Limited, 2018. p. 271-283.

DANTAS, Daniela de Quadros; MARTINS, Leandro Barbosa. **Estudo sobre a eficácia e eficiência do uso da ferramenta Alice como fundamento para a prevenção e o combate à corrupção no âmbito da Controladoria-Geral da União**. Brasília, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Combate à Corrupção e à Lavagem de Dinheiro) — Universidade Católica de Brasília. Disponível em: https://revista.cgu.gov.br/Cadernos_CGU/article/view/599. Acesso em: 26 set. 2024.

DE MOURA, Maria Lucia Seidl; FERREIRA, Maria Cristina; PAINE, Patrícia Ann. **Manual de elaboração de projetos de pesquisa**. EdUERJ, 1998.

DICKEY, Gabe; BLANKE, Sandra; SEATON, Lloyd. **Machine learning in auditing:** current and future applications. The CPA Journal, 2019. Disponível em: https://www.cpajournal.com/2019/06/19/machine-learning-in-auditing. Acesso em: 24 out. 2024.

FEDYK, A.; HODSON, J.; KHIMICH, N.; FEDYK, T. **Is Artificial Intelligence Improving the Audit Process?** Journal of Accounting Research, 2021.

FEUERRIEGEL, S.; HARTMANN, J.; JANIESCH, C.; ZSCHECH, P. **Generative AI**. Business & Information Systems Engineering, v. 66, n. 1, p. 111–126, 2023. Disponível em: https://aisel.aisnet.org/bise/vol66/iss1/7. Acesso em: 10 out. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, J.; MARTINEZ TORRES, J.; GONZÁLEZ-CRESPO, R. **The application of artificial intelligence in project management research: A review**. 2021. DOI: https://doi.org/10.9781/ijimai.2020.12.003. Disponível em: https://www.ijimai.org/journal/sites/default/files/2021-05/ijimai_6_6_6.pdf. Acesso em: 2 out. 2024.

GHANOUM, Salim; ALABA, Folasade Modupe. **Integration of Artificial Intelligence in Auditing:** The Effect on Auditing Process. 2020. 50 f. Master's Thesis (Master of Science in Business Administration: Auditing and Control) — Kristianstad University, Kristianstad, 2020. Disponível em: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1446778/FULLTEXT01.pdf. Acesso em: 26 out. 2024.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. Cambridge: MIT Press, 2016. DOI: https://doi.org/10.4258/hir.2016.22.4.351. Disponível em: https://e-hir.org/journal/view.php?id=10.4258/hir.2016.22.4.351. Acesso em: 10 out. 2024.

HOLDSWORTH, Jim; SCAPICCHIO, Marcos. **O que é deep learning?** IBM. Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/topics/deep-learning. Acesso em: 04 out. 2024.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION. **Chatbots**. Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/topics/chatbots. Acesso em: 24 out. 2024.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION. **Redes neurais**. Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/topics/neural-networks. Acesso em: 04 out. 2024.

INTOSAI - Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores. **ISSAI 100 - Princípios Fundamentais de Auditoria do Setor Público**. 2013. Tradução de Tribunal de Contas da União. Brasília: TCU, 2017. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/contas-e-fiscalizacao/controle-e-fiscalizacao/auditoria/normas-internacionais-das-entidades-fiscalizadores-superiores-issai/. Acesso em: 26 out. 2024.

ISSA, H.; SUN, T.; VASARHELYI, M. A. **Research ideas for artificial intelligence in auditing:** The formalization of audit and workforce supplementation. Journal of Emerging Technologies in Accounting, v. 13, n. 2, p. 1-20, 2016. DOI: https://doi.org/10.2308/jeta-10511. Disponível em: https://publications.aaahq.org/jeta/article-abstract/13/2/1/9209/Research-Ideas-for-Artificial-Intelligence-in?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 4 out. 2024.

KOKINA, Julia; DAVENPORT, Thomas. **The emergence of artificial intelligence:** how automation is changing auditing. Journal of Emerging Technologies in Accounting, v. 14,

2017. DOI: https://doi.org/10.2308/jeta-51730. Disponível em: https://publications.aaahq.org/jeta/article-abstract/14/1/115/9198/The-Emergence-of-Artificial-Intelligence-How?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 26 out. 2024.

MATOS, S. L.; VIEIRA, S. L. **Pesquisa educacional:** o prazer de conhecer. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2002.

MEI, Q.; XIE, Y.; YUAN, W.; JACKSON, M. O. **A Turing test of whether AI chatbots are behaviorally similar to humans**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 121, n. 9, e2313925121, 2024. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.2313925121. Disponível em: https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2313925121. Acesso em: 4 out. 2024.

MEIRA, Mariana Filipa Pinto. **O impacto da inteligência artificial na auditoria**. 2019. Dissertação (Mestrado em Contabilidade e Controlo de Gestão) — Universidade Católica Portuguesa, Lisboa.

NORVIG, P.; RUSSELL, S. **Inteligência Artificial: Uma abordagem moderna**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PINKOWSKI, M. L. **Aplicação da Inteligência Artificial na Gestão de Projetos: Aderência, Impacto e Grau de Desenvolvimento**. 2023. Dissertação (Mestrado) – UNINOVE, São Paulo, 2023. Disponível em: http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/3210. Acesso em: 20 ago. 2024.

REESE, Hope. **Understanding the differences between AI, machine learning, and deep learning**. TechRepublic, 23 fev. 2017. Disponível em: https://www.techrepublic.com/article/understanding-the-differences-between-ai-machine-learning-and-deep-learning/. Acesso em: 23 out. 2024.

RIEMER, K.; PETER, S. **Conceptualizing generative AI as style engines: Application archetypes and implications**. International Journal of Information Management, v. 79, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2024.102824. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401224000720?via%3Dihub. Acesso em: 10 out. 2024.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006. 583p.

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Business Intelligence e Análise de Dados para Gestão do Negócio-4**. Bookman Editora, 2019.

SOMMERVILLE, Ian. **Software Engineering**. 9. ed. Boston: Addison-Wesley, 2011.

WERNER, M.; GEHRKE, N. **Identifying the absence of effective internal controls: an alternative approach for internal control audits**. Journal of Information Systems, v. 33, n. 2, p. 205–222, 2019. DOI: https://doi.org/10.2308/isys-52112. Disponível em: https://publications.aaahq.org/jis/article-abstract/33/2/205/1471/Identifying-the-Absence-of-Effective-Internal?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 26 out. 2024.

WASSIE, F. A.; LAKATOS, L. P. **Artificial intelligence and the future of the internal**

audit function. Humanities and Social Sciences Communications, v. 10, art. 24, 2024. DOI: https://doi.org/10.1057/s41599-023-01523-w. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41599-024-02905-w. Acesso em: 9 set. 2024.