

## Repositório ISCTE-IUL

---

Deposited in *Repositório ISCTE-IUL*:

2021-06-15

Deposited version:

Accepted Version

Peer-review status of attached file:

Peer-reviewed

Citation for published item:

Couceiro, B., Pedrosa, I. & Marini, A. (2020). State of the art of artificial intelligence in internal audit context. In Álvaro Rocha, Bernabé Escobar Pérez, Francisco Garcia Peñalvo, Maria del Mar Miras, Ramiro Gonçalves (Ed.), 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Sevilla: IEEE.

Further information on publisher's website:

10.23919/CISTI49556.2020.9140863

Publisher's copyright statement:

This is the peer reviewed version of the following article: Couceiro, B., Pedrosa, I. & Marini, A. (2020). State of the art of artificial intelligence in internal audit context. In Álvaro Rocha, Bernabé Escobar Pérez, Francisco Garcia Peñalvo, Maria del Mar Miras, Ramiro Gonçalves (Ed.), 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Sevilla: IEEE., which has been published in final form at <https://dx.doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140863>. This article may be used for non-commercial purposes in accordance with the Publisher's Terms and Conditions for self-archiving.

Use policy

---

Creative Commons CC BY 4.0

The full-text may be used and/or reproduced, and given to third parties in any format or medium, without prior permission or charge, for personal research or study, educational, or not-for-profit purposes provided that:

- a full bibliographic reference is made to the original source
- a link is made to the metadata record in the Repository
- the full-text is not changed in any way

The full-text must not be sold in any format or medium without the formal permission of the copyright holders.

---

# Estado da Arte da Inteligência Artificial no contexto da Auditoria Interna

## *State of the Art of Artificial Intelligence in Internal Audit context*

Bruno Couceiro

Coimbra Business School | ISCAC,  
Polytechnic of Coimbra,  
Coimbra, Portugal

iscac14867@alumni.iscac.pt

Isabel Pedrosa

Coimbra Business School | ISCAC,  
Polytechnic of Coimbra,  
Instituto Universitário de Lisboa  
(ISCTE-IUL) ISTAR-IUL, Portugal

ipedrosa@iscac.pt

André Marini

Coimbra Business School | ISCAC,  
Polytechnic of Coimbra, Portugal

amarini@iscac.pt

*Resumo* — A Inteligência Artificial (IA) assume um destaque cada vez maior não apenas pelo que consegue produzir mas também pelas vantagens que fornece aos diversos setores de atividade. A auditoria interna poderá beneficiar do uso da IA nas suas tarefas, através da automatização de processos de auditoria, que se tornam mais rápidos e eficientes, permitindo um aumento do grau de complexidade das tarefas que o auditor interno pode assumir. O auditor necessitará de melhorar as suas competências em áreas como a determinação dos processos de negócio e dos riscos e controlos associados, e deteção antecipada de fraude e acompanhamento, em tempo real, de anomalias. Este artigo apresenta um conjunto de tecnologias de IA e benefícios que tais tecnologias acrescentam à auditoria interna. Dois modelos de auditoria interna aplicados à IA são destacados para demonstrar de que forma auditores internos e auditoria interna devem adaptar-se ao novo paradigma tecnológico da inteligência artificial, não perdendo o propósito e criando valor para as organizações.

*Palavras Chave* – *Inteligência Artificial, Auditoria Interna, Big Data, Aprendizagem Automática, Text Mining, Process mining.*

*Abstract* — Artificial intelligence (AI) is a technological field that stands out for what can do and for the advantages that can provide to various sectors of activity. An internal audit could benefit from the introduction of AI in its tasks, namely through the automation of audit processes that make it faster and more efficient allowing an increase in the degree of complexity of the tasks that internal auditors may perform. This will enhance the skills of internal auditors in fields like the determination of business processes and associated risks and controls in anticipated detection of fraud and the following up of anomalies in real-time. This article features a set of technologies of AI and the set of benefits it adds to the internal audit. Two models of internal audit applied to artificial intelligence demonstrate how internal audit and internal auditors must adapt to the new reality of AI, by not losing their purpose and by bringing benefits to organizations.

*Keywords* – *Artificial Intelligence, Internal Audit, Big Data, Machine Learning, Text Mining, Process Mining,*

### I. INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é omnipresente: está em aspetos da vida privada (por exemplo, através dos diversos usos e *apps* dos *smartphones*) até a aspetos da vida profissional e da realidade empresarial (por exemplo a automatização de tarefas ou a obtenção de um melhor conhecimento sobre os mercados onde se inserem e sobre os seus clientes prevendo as suas necessidades e ações através de tecnologias de aprendizagem automática). A aplicação e utilização da IA possibilitam que indivíduos e organizações atinjam um maior grau de produtividade e eficiência através de, por exemplo, automatização de tarefas. As organizações de vários setores profissionais têm, nos últimos anos, despertado para as potencialidades e vantagens da inteligência artificial, procurando a sua implementação nas suas atividades, perseguindo o objetivo de se tornarem mais competitivas num mercado global em constante mudança, com necessidade de adaptação constante às inovações tecnológicas de forma a que as organizações adquiram ou mantenham vantagens competitivas em relação à concorrência.

Neste artigo pretende-se: 1) demonstrar como a inteligência artificial, através dos vários tipos de tecnologias que a compõem, se relaciona com a auditoria interna, apresentando os benefícios e desvantagens que acarreta não só para a auditoria interna, mas também para o auditor interno e as tarefas que o mesmo executa; 2) demonstrar que a auditoria interna e o auditor interno necessitam de se adaptar à nova realidade tecnológica, no contexto da inteligência artificial, de modo a que possam executar as suas funções de forma apropriada e eficiente, avaliem e emitam julgamentos adequados sobre processos de auditoria sujeitos à intervenção da IA.

Pretende-se dar resposta aos objetivos acima mencionados através de uma revisão sistemática da literatura, de modo a poder observar o que vários autores de referência nesta área e em áreas similares referem. Esta revisão de literatura recorre, na sua essência, a vários tipos de fontes relacionadas com IA e auditoria interna.

Este artigo divide-se em cinco secções, sendo a primeira a Introdução, seguindo-se a secção II sobre a metodologia adotada. A secção III refere-se à IA e auditoria interna, onde se apresentam as definições fundamentais dos conceitos relacionados com o tema e se traça uma breve contextualização histórica. A secção IV, faz referência à forma como os vários tipos de IA podem ser aplicados na auditoria interna, as vantagens e desvantagens associadas, bem como modelos pioneiros que estabelecem guias para introduzir e aplicar a IA no contexto da auditoria interna e no contexto da atividade de auditor interno. A última secção, secção V, refere-se às conclusões e limitações.

## II. METODOLOGIA

Este artigo recorre à utilização do método revisão sistemática da literatura [1]. Para a presente revisão sistemática de literatura recorreu-se à pesquisa nas seguintes bases de dados: *SCOPUS*, *Research Gate*, *SpringerLink* e *Google Scholar*. Para além da pesquisa nas bases de dados mencionadas também se procedeu à pesquisa em livros editados.

Relativamente aos métodos de pesquisa utilizados nesta revisão procedeu-se à pesquisa automática nas bases de dados mencionadas anteriormente tendo em conta as palavras-chave específicas, nomeadamente “*Artificial intelligence*”, “*Internal Auditing*”, “*Machine learning*”, “*Big Data*” e “*Artificial Intelligence + Auditing*”. Consideraram-se apenas publicações mais recentes, período de 2000 a 2020, abrindo apenas exceção para artigos com valor fundamental para a compreensão histórica da inteligência artificial.

Os critérios de inclusão de publicações para esta revisão sistemática de literatura foram as publicações sobre inteligência artificial, publicações sobre auditoria interna e publicações que incluíam uma relação entre ambos os temas. Os critérios de exclusão de publicações foram as publicações que não estavam totalmente disponíveis, publicações não relacionadas com o tema e publicações em idiomas diferentes do Inglês, Português ou Espanhol.

## III. IA E AUDITORIA INTERNA

### A. IA – Conceito e Contexto Histórico

O conceito etimológico de IA deriva da junção de duas palavras, inteligência e artificial. A primeira palavra define-se de acordo com o dicionário Infopédia como “*a capacidade de compreender e interpretar informações, mas também a capacidade de estabelecer um raciocínio lógico*”. A segunda palavra define-se como não sendo natural e, portanto, é criado pelo ser humano.

De acordo com [2], a IA pode ser definida como um ramo da ciência e da engenharia, que compreende uma grande variedade de subcampos e que tem como função não apenas compreender, mas também construir entidades inteligentes. A IA também é definida como a capacidade de fazer os computadores alcançarem a inteligência humana, produzindo análises de forma igual ou superior às dos humanos [3].

Os primeiros estudos modernos sobre a área da IA surgem em 1943 com a criação de um modelo de redes neuronais artificiais por Warren McCulloch e Walter Pitts, apresentado na

publicação do artigo [4]. Este era um modelo baseado na biologia humana, aplicando a rede neuronal humana ao campo tecnológico, criando uma rede de neurónios artificiais aos quais atribuíam um estado ligado ou desligado. Este estado variava consoante a resposta a um estímulo recebido pelos neurónios artificiais.

É, porém, na pessoa de Alan Turing que a IA ganha relevância através da publicação de estudos sobre a IA e criação de um modelo em 1950 publicados em [5]. Este modelo, denominado de teste de Turing, foi criado com o objetivo de fazer com que um computador consiga assumir o papel de ser humano, respondendo a um conjunto de questões de forma a enganar um indivíduo. Seguiram-se várias inovações no campo da IA nos anos consequentes como por exemplo: 1) O programa de IA *Logic Theorist* em 1955 por Hebert Simon e Allen Newel; 2) O programa de resolução autónoma de problemas *General Solver Program* em 1957 por Hebert Simon e Allen Newel; 3) O programa de resolução autónoma de problemas *Geometry Theorem Prover*, em 1959, por Hebert Gelemen; 4) O primeiro sistema baseado em conhecimento, o programa *DENDRAL* em 1965.

Seria de esperar uma imediata adoção da inteligência artificial, mas tal não sucedeu. Assim, o primeiro inverno da inteligência artificial, de acordo com [6], começa quando existe a proposta feita pelo *Science Research Council* do Reino Unido a James Lighthill para redigir um artigo sobre o estado da evolução da IA em 1973. Este artigo concluiu que as evoluções da IA não cumprem os resultados prometidos, levando à consequente quebra de expectativas na IA. Tal teve sérias consequências na investigação da inteligência artificial, nomeadamente o corte do financiamento à maioria das universidades na Europa e Estados Unidos da América, na alocação de fundos da DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) de projetos de investigação de IA para projetos de aplicação de tecnologias de inteligência artificial. Em 1980, segundo [7], volta a existir um crescimento da IA com a criação de produtos comerciais, destacando-se os *expert systems*, que simulavam capacidades de decisão de especialistas humanos na resolução de problemas específicos (XCON, máquinas LISP). Em 1984 começam, de acordo com [7], as primeiras críticas à evolução dos *expert systems* através de John McCarthy que aponta a falta de senso comum e a falta de conhecimento das suas próprias limitações como os principais problemas dos *expert systems*.

O segundo inverno da IA surge em 1987, a partir da incapacidade de atingir os resultados a que os *expert systems* se propuseram. Segundo [8], também o surgimento de computadores de secretária da Apple e da IBM alteram a necessidade e as expectativas que os utilizadores dos *expert systems* tinham. Estes computadores eram alternativas vantajosas relativamente às tecnologias de *expert systems*, nomeadamente no preço mais acessível e na fácil manutenção, o que conduziu ao colapso do mercado de equipamentos de IA [8] e ao decréscimo do financiamento da investigação de IA (entre 1987 e 1993).

### B. Tecnologias de inteligência artificial

Existe um conjunto de tecnologias e conceitos associados à IA que importa conhecer. Nesta subsecção pretende-se definir,

ainda que brevemente, estes conceitos de forma a se tornem familiares para a compreensão do artigo.

**Algoritmos:** conjunto de regras ou instruções com a finalidade de fazer com que um determinado programa de IA atinja o objetivo ou resultado definido, através da sua aplicação. Servem de base à IA e, segundo [9], necessitam de grandes quantidades de dados para o seu funcionamento, sendo, nesse caso, denominados de *Big Data*.

**Big Data:** segundo [10], um conjunto de dados de grande volume, velocidade e diversidade que necessita de recorrer a tecnologias avançadas para poderem ser processados de forma a criar valor para as organizações.

**Sistemas baseados em conhecimento:** são programas que realizam tarefas preestabelecidas e são regidos por um conjunto de regras específicas [2]. Usam o conhecimento e informação sobre uma área específica, com objetivo final de conseguirem formular uma solução para um determinado problema.

**Aprendizagem automática/Machine Learning:** O conceito de aprendizagem automática faz parte da IA e refere-se a algoritmos que permitem a autoaprendizagem por parte de computadores. A aprendizagem automática é um conjunto de mecanismos que permitem que os computadores se adaptem de forma a conseguirem aprender através da experiência, exemplos e analogias [11]. Existem vários tipos de aprendizagem automática: 1) Aprendizagem automática não supervisionada que se especializa, segundo [12], em encontrar novos padrões num conjunto de dados para dar resposta a um problema que desconhece a solução; 2) Aprendizagem automática supervisionada, que corresponde a aprendizagem através de exemplos [12], analisando e modificando a estrutura de um conjunto de exemplos de forma a conseguir a melhor solução possível. Numa primeira fase, resolvem problemas pré-estabelecidos por um indivíduo e, se as soluções forem satisfatórias, procede-se à aplicação deste tipo de aprendizagem automática em situações reais onde a solução é desconhecida; 3) Aprendizagem profunda que corresponde a um tipo de aprendizagem automática e está relacionada com o conceito de redes neuronais artificiais. Pode ser definida como a estratificação de algoritmos simples em redes com várias camadas de profundidade [13], os algoritmos da primeira camada têm por função aprender como representar aspetos simples de dados, sendo que as sucessivas camadas aprendem a representar aspetos cada vez mais complexos dos dados. Isto permite que programas de aprendizagem profunda consigam reconhecer imagens, objetos e reconhecer o discurso humano.

**Redes neuronais artificiais:** As redes neuronais artificiais fazem parte da aplicação da aprendizagem automática e podem ser definidas, de acordo com [11], como uma representação tecnológica do cérebro humano, constituído por um conjunto de processadores - chamados neurónios - que se interligam entre si transmitido um conjunto de sinais à semelhança do cérebro humano. Pode ser aplicado em várias áreas: reconhecimento de escrita, identificação de palavras no discurso humano e observação de padrões que o ser humano não consegue reconhecer.

**Data mining:** [14] processo tecnológico que tem como função a análise de grandes quantidades de dados e extração de informação relevante. **Text Mining:** representa uma subárea de *data mining* e é um processo de extrair informações relevantes a partir de dados textuais [15], transformam dados não estruturados em dados estruturados para proceder a uma análise mais detalhada dos mesmos.

**Process Mining:** um ramo recente da aprendizagem automática e do *data mining* [16], representa o processo de descobrir, analisar, monitorizar e melhorar processos através da extração de conhecimento dos eventos registados pelos sistemas de informação das organizações.

**Processamento de linguagem natural:** é segundo [17], uma área da IA que se refere à capacidade de computadores analisarem e interpretarem a linguagem humana nomeadamente a maneira como ela é falada ou escrita.

**Expert Systems:** segundo [18], fazem parte dos sistemas baseados em conhecimento e são tecnologias que têm como objetivo utilizar conhecimento específico para conseguir resolver problemas que, pelo seu elevado grau de complexidade, necessitam de peritos humanos.

### C. Auditoria Interna

De acordo com [19], pode-se definir auditoria interna como uma atividade de garantia e consultoria que tem como função adicionar valor e melhorar as operações das organizações, através de uma avaliação sistemática e disciplinada dos processos de gestão de risco, controlo e de governança, mantendo sempre um carácter de independência e objetividade perante a mesma. A auditoria interna é a função de fornecer uma garantia independente de que a gestão de riscos, a governança e os processos de controlo interno de uma organização estão a funcionar de forma eficaz [20].

## IV. APLICAÇÃO DA IA NO CONTEXTO DA AUDITORIA INTERNA E MODELOS DE AUDITORIA DE IA

Nesta secção, este artigo pretende divulgar como as tecnologias de IA apresentadas na secção anterior, podem ser aplicadas à auditoria interna e quais as vantagens e desvantagens consequentes. Pretende-se demonstrar como os novos modelos de auditoria de inteligência artificial, elaborados pelo Instituto dos Auditores Internos [9] [21] [22] e pela empresa internacional de consultoria Protiviti [23], podem melhorar/alterar o panorama geral da auditoria interna e do trabalho do auditor interno, estabelecendo um conjunto de diretrizes com o objetivo de auxiliar os auditores internos a agirem num contexto cada vez mais comum da existência de IA nas organizações onde auditam.

### A. Aplicação das tecnologias de IA no contexto de auditoria interna.

De acordo com [23], as organizações procuram, cada vez mais, implementar tecnologias de IA nas suas atividades através da automatização de processos de forma a conseguirem obter melhores níveis de eficiência e eficácia. Existe, cada vez mais, uma relação de dependência entre as organizações e a inteligência artificial, com grandes implicações ao nível da auditoria interna que necessita de analisar e compreender novos

riscos emergentes para o desempenho adequado das suas funções.

Com automatização crescente dos processos das organizações, surgem algumas preocupações sobre o facto de os auditores internos virem a ser substituídos por tecnologias de IA [24]. Neste contexto, [23] demonstra a necessidade da auditoria interna repensar as suas funções, relativamente à agilização do trabalho do auditor interno, aproveitando a proliferação das tecnologias de IA para cumprir o objetivo de fornecer uma gestão de riscos eficaz e eficiente nas organizações onde se inserem. Esta adaptação da auditoria interna, permitirá uma maior valorização da auditoria interna e do auditor interno através do reforço do seu papel de auxílio às organizações, traduzindo-se isto na criação de valor para a organização onde o auditor interno se integra, sem que a continuidade seja posta em causa [23].

#### B. Vantagens da aplicação da IA na auditoria interna

As tecnologias de IA podem ser aplicadas em várias tarefas do auditor interno, acrescentando benefícios ao trabalho realizado pelo auditor interno. A IA também se traduz noutras vantagens como a diminuição de erros no decorrer das funções do auditor interno, o que se traduz num aumento da credibilidade do papel perante as organizações [25]. O mesmo autor refere que a automatização de análises de grandes quantidades de dados, com elevada complexidade, através do recurso a *text mining*, permitirá ao auditor interno a diminuição do tempo utilizado na análise de documentos. Isso permite poupança de tempo e que se concentre apenas nos aspetos mais relevantes, deixando para segundo plano dados menos úteis para o desenvolvimento do trabalho de auditoria.

A IA poderá permitir deteção proactiva de anomalias, de erros e de problemas de cibersegurança permitindo também uma rápida atuação do auditor nesses casos [25]. Outras vantagens referentes à aplicação da IA no contexto da auditoria interna, segundo [26], são o melhoramento da estruturação e consistência dos processos de auditoria e a redução do tempo necessário para a tomada de decisões. Outra vantagem decorre do facto de o auditor poder avaliar os dados como um todo, de forma rápida e eficaz, ao invés de ter de escolher e avaliar uma amostra representativa [14]. A aplicação da IA no contexto do *Big Data* permite que o auditor interno tenha menor dificuldade em analisar grandes quantidades de dados e consiga fazer esta análise num prazo de tempo menor, traduzindo-se assim num aumento da eficácia e eficiência. De acordo com [25], a aplicação de tecnologias de *deep learning* em conjunto com programas de análise linguística pode servir para processar documentos de texto de forma autónoma, com produtividade superior ao conceito de prospeção de texto e maior rapidez. O auditor interno consegue assim extrair um conjunto de informação muito específico sobre um assunto, partindo de um conjunto massivo de dados, podendo estabelecer um julgamento mais rápido e adequado, dando assim uma resposta mais rápida e efetiva a problemas que possam surgir. O mesmo autor refere a aplicação *deep learning* em conjunto com programas de análise linguística, em contexto de auditoria interna, cruzando documentos e classificando-os automaticamente consoante a existência ou não de fraude, permitindo o foco apenas nos documentos essenciais [25].

Através do uso de tecnologias *Process Mining*, o auditor interno consegue, de forma automática, definir quais os processos da organização onde executa funções, removendo a necessidade de determinar manualmente quais os processos existentes nas organizações. Segundo [28], este tipo de tecnologias fornece ao auditor interno uma visão real e imparcial dos factos ocorridos, podendo o auditor recorrer a este tipo de tecnologias para, numa fase posterior de análise, ter uma visão mais abrangente dos controlos existentes, verificando se funcionam, se existem transgressões.

A utilização de tecnologias de processamento de linguagem natural permite ao auditor interno extrair informação de documentos (como por exemplo contratos, documentos PDF) com grande volume num curto espaço de tempo, diminuído o trabalho e o tempo gasto pelo auditor se tivesse que analisar os documentos manualmente [29]. É ainda possível analisar documentos em vários idiomas, auxiliando o auditor que, sem este tipo de ferramentas, gastaria mais tempo a traduzir. Os *expert systems*, segundo [26], podem ser utilizados no âmbito da auditoria interna nomeadamente como suporte ao planeamento da auditoria, aos testes substantivos, aos testes dos controlos, à formulação de opiniões e decisões.

#### C. Desvantagens da aplicação da IA na auditoria interna

Apesar das vantagens anteriormente mencionadas, a IA também tem desvantagens associadas: custo elevado na construção, manutenção e atualização dos sistemas de IA, o facto do processo de decisão se tornar mais prolongado consoante o maior número de alternativas viáveis, podendo o auditor ser influenciado em demasia por tecnologias de IA traduzindo-se numa possível tomada de decisão incorreta [26]. Os sistemas de IA podem ser manipulados assumindo características indesejáveis, influenciando a auditoria interna através da disponibilização de dados errados/incoerentes o que afetaria toda a auditoria criando resultados diferentes da realidade [30], bem como o receio do auditor em utilizar ou confiar em algoritmos desconsiderando os dados fornecidos pelos mesmos, confiando mais no fator humano.

Quanto à aplicação de tecnologias de *deep learning* na auditoria interna, as desvantagens referem-se à necessidade de grandes bases de dados, o que pode ser dificultado pelo dever de confidencialidade a que o auditor está sujeito [25], dificultando a criação de base de dados voltada para a auditoria devido à necessidade do consentimento da organização e indivíduos sobre os quais os dados tratam e o cumprimento dos regulamentos e legislação presentes.

Quanto às tecnologias de *process mining* as desvantagens podem situar-se na disponibilidade de dados relevantes e de, ao analisar a totalidade dos dados, o auditor aumentar a qualidade da sua auditoria, mas também o tempo e o custo da mesma [28].

#### D. Modelos de Auditoria Interna aplicados à IA

Da revisão de literatura feita no âmbito do tema deste artigo, determinou-se a existência de dois modelos de auditoria que têm como preocupação a IA e o modo como esta influencia a auditoria interna e o trabalho auditor interno, estabelecendo um conjunto de diretrizes nesse âmbito: *framework* de Auditoria de IA do Instituto dos Auditores Internos e o modelo *The future model* da Protiviti.

O primeiro modelo, estabelece que o papel da auditoria interna no contexto da IA deve ser de suporte, fornecendo auxílio à implementação da inteligência artificial. Apesar disso, o auditor interno deve emitir o seu parecer sobre o efeito da IA nas organizações nomeadamente se acrescentam valor onde se inserem. São estabelecidas em [21] cinco atividades críticas em que o auditor interno deve estar envolvido no contexto da aplicação da inteligência artificial. Estas atividades críticas são: 1) A integração da IA na avaliação de riscos e a possibilidade de ser integrada no plano de auditoria baseado em riscos; 2) O envolvimento da auditoria interna em projetos de IA pressupõe que o auditor interno se deve abster da responsabilidade de implementação e criação dos processos de IA de forma a manter a sua independência; 3) A avaliação da gestão dos riscos relacionados com credibilidade dos algoritmos e nos dados que serviram de base à criação da inteligência artificial; 4) Garantir que a IA está em conformidade com os requisitos éticos da organização; 5) Estabelecer e avaliar estruturas de governança.

Este *framework* é composto por três componentes nomeadamente a estratégia de IA, a governança e o fator humano. A primeira componente, Estratégia, refere-se ao modo como as organizações aplicam as suas diretrizes de IA, variando consoante os objetivos e interesses e tem em conta os interesses e os riscos advinentes da IA. Todos os órgãos da organização devem estar envolvidos na elaboração da estratégia IA. O comité/conselho de auditoria deve assumir a responsabilidade máxima pela avaliação e supervisão dos processos de IA, devendo estar, em conjunto com a administração de topo, envolvido na criação da estratégia de IA, bem como na sua manutenção e atualização.

A componente governança da IA corresponde a um conjunto de processos implementados de forma a monitorizar e gerir as atividades de IA das organizações, com o objetivo de atingir os resultados pretendidos, definindo que os responsáveis pelas tarefas de IA devam ter o conhecimento e competência necessários para adequar a mesmas à realidade da organização. Segundo [22], a governança da IA tem como objetivos: 1) Estabelecer estruturas de prestação de contas, bem como a determinar as responsabilidades e a supervisão; 2) Garantir a existência das competências e experiência adequada para aqueles que tem responsabilidades; 3) Garantir que as decisões tomadas no âmbito da IA estejam em conformidade com a lei vigente, com os valores e ética da organização. A auditoria interna deve, segundo [21], adaptar-se aos novos regulamentos existentes e que possam vir a surgir na matéria de IA, antecipando-se a estes. A auditoria interna consegue ajudar a organização a agilizar o processo de transformação dos processos de IA em conformidade com novos regulamentos que possam vir a ser publicados.

A última componente é o fator humano e prende-se com o facto de existir uma intervenção do ser humano na criação de algoritmos que servirão de base à IA. Isto acarreta um conjunto de problemas nomeadamente, a possível parcialidade do ser humano, a probabilidade de cometer erros e outros fatores presentes na personalidade do ser humano, preconceitos, valores e ética, que podem determinar o sucesso ou insucesso da IA. O modelo defende a existência de um mecanismo que permita a recolha e gravação de informação vital, que, em caso

de acidentes/erros, é utilizada para perceber as causas. O conceito é semelhante à “caixa negra” na indústria aeronáutica, que tem a função de recolha de informação de acidentes provocados por tecnologias de IA com um grau elevado de inteligência, em casos de existência de aprendizagem automática, o que é necessário devido à falta de transparência decorrente do elevado grau de complexidade das tecnologias de IA.

O outro modelo da aplicação da IA no contexto da auditoria interna corresponde ao modelo da Protiviti [23]. Foca-se em três categorias principais: a governança, a metodologia e as tecnologias, estabelecendo três objetivos para a auditoria interna: 1) Melhorar a garantia fornecida pela auditoria interna através da utilização de programas de análise de dados como *data mining* ou *text mining*, que permitem que o auditor interno se foque mais nos riscos-chave e consiga fornecer, atempadamente, às organizações informação mais relevante sobre a gestão de riscos e controlos; 2) Aumentar a eficiência da auditoria interna através da automação dos processos de auditoria, diminuindo os erros; 3) Fornecer uma compreensão mais profunda e valiosa sobre os processos e atividades da auditoria interna, através do auxílio prestado pela auditoria interna na tomada de decisão, mencionando os riscos e as consequências inerentes à adoção da implementação de inovações tecnológicas.

A governança representa as estratégias, estruturas e competências a que a função de auditoria interna está sujeita, e a forma de como as competências do auditor interno são desenvolvidas, preservadas e atualizadas, definindo elementos que devem estar presentes na auditoria interna, nomeadamente [23]: 1) criação de cultura de inovação na auditoria interna, modificando a forma de encarar e aceitar os riscos da inovação tecnológica; 2) garantir, através da liderança da auditoria interna, que os vários departamentos da organização que incluem, nas suas funções, a gestão de risco, classifiquem e tratem a informação, escalas de classificação e idiomas de forma idêntica; 3) a auditoria interna deve desenvolver modelos de recursos flexíveis para aceder a competências e capacidades conforme exista necessidade; 4) necessidade de o auditor interno adquirir novas competências e melhorar as que já tem, e adequar o seu trabalho, de modo a fazer face à nova realidade da IA e atingir os objetivos pretendidos.

A metodologia representa um conjunto de métodos com a finalidade de aumentar o entendimento e realizar monitorização de riscos em tempo real nas organizações [23]. Destacam-se: 1) estruturação da avaliação de riscos de forma a responder a riscos existentes e emergentes, adotando, para esse efeito, novas metodologias que permitam um entendimento mais completo dos riscos e que permitam, à auditoria interna, realizar uma monitorização em tempo real dos riscos, prevendo o seu impacto potencial nas organizações; 2) implementação de metodologias e ferramentas que permitam aos auditores internos uma rápida captura e análise de dados; 3) elaboração de relatórios simples e com grande impacto, de modo a que os auditores internos possam comunicar as suas conclusões de forma rápida e efetiva aos *stakeholders*, dando ênfase às principais conclusões obtidas.

A aplicação da inovação tecnológica nas auditorias internas responde e ao domínio que o auditor interno deve ter (ou obter) nesta temática para desempenhar as suas funções adequadamente. Essas tecnologias de IA são categorizadas da seguinte forma: 1) Análises onnipresentes e avançadas de dados tirando partido de dados internos da organização para avaliar os riscos, permitindo que o auditor interno desempenhe as suas funções com maior eficácia; 2) Processos automatizados, reduzindo processos manuais na função de auditoria interna, dando espaço para tarefas mais relevantes, como a avaliação e monitorização de riscos, ou emissão de pareceres; 3) Entendimento de *process mining*, através de dados recolhidos para obter um entendimento mais profundo dos processos, conseguindo, numa fase inicial da auditoria, compreender o processo, evitando uma abordagem tradicional, o que se traduzirá em ganhos de eficiência; 4) Aprendizagem automática que permite que o auditor interno aumente a sua eficácia e eficiência usando testes com maior grau de complexidade, com impacto em análises mais complexas. Alguns exemplos de tecnologias de aprendizagem em contexto da auditoria interna: 1) Análise de *clusters* e aprendizagem não supervisionada, identificando e agrupando elementos semelhantes em conjuntos de dados que podem não ser evidentes para o auditor; 2) Modelos preditivos, criados a partir de dados e estatísticas para prever resultados, identificando melhor e mais facilmente fatores de risco; 3) Processamento de linguagem natural, através de técnicas automáticas para detção de padrões em palavras e frases presentes em documentos e outros tipos de dados, úteis para classificar documentos.

## V. CONCLUSÕES

Com este artigo foi possível perceber que a IA poderá modificar a auditoria interna, nomeadamente, na forma de se auditar, de o auditor interno adequar as suas competências e executar as suas tarefas e também na forma como já são conhecidas e estabelecidas metodologias e *frameworks* para o trabalho do auditor interno no contexto de inteligência artificial.

Este artigo pretendeu definir um conjunto específico de tecnologias de inteligência artificial, nomeadamente, as de uso mais comum em auditoria interna e a sua forma de ligação com a área. Conclui-se que é possível que o auditor interno deixe de realizar trabalho manual de análise de dados e possa avaliar conjuntos completos de dados, em alternativa ao uso de amostragem e aos erros inerentes desta. Foram apresentados 2 modelos de auditoria aplicados à vertente da IA que fornecem um conjunto de indicações específicas para que a auditoria interna e o auditor interno se adaptem ao novo paradigma da aplicação da IA em todos os setores de atividade. Desta forma, os auditores internos conseguem aumentar a sua eficiência e produtividade, concentrando-se em tarefas mais decisivas e de maior importância.

As limitações deste estudo correspondem à escassez de informação sobre a aplicação do tema em Portugal e estudos em língua portuguesa, dificuldade em encontrar informação sobre a IA exclusivamente para a auditoria interna, notando-se um menor desenvolvimento quando comparada com estudos de IA para auditoria financeira. Futura investigação sobre o tema pode centrar-se na análise do nível de maturidade de utilização de tecnologias de IA em auditoria interna em Portugal.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Buarque, "Protocol of the Systematic Review of Literature." p. 3, 2019.
- [2] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence A Modern Approach*, 3rd ed. 2010.
- [3] A. (Chanyuan) Zhang, "Intelligent Process Automation in Audit," *SSRN Electron. J.*, 2019, doi: 10.2139/ssrn.3448091.
- [4] W. S. McCulloch and W. Pitts, "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity," *Bull. Math. Biophys.*, 1943
- [5] A. M. Turing, "Computing Intelligence and Machinery," *Psychol. its Allied Discip.*, 1950, doi: 10.4324/9781315781808-5.
- [6] S. Schuchmann, "History of the First AI Winter," 2019. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/history-of-the-first-ai-winter-6f8c2186f80b>. [Accessed: 19-Feb-2020].
- [7] S. Schuchmann, "History of the Second AI Winter," 2019. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/history-of-the-second-ai-winter-406f18789d45>. [Accessed: 19-Feb-2020].
- [8] M. LIM, "History of AI Winters," 2018. [Online]. Available: <https://www.actuaries.digital/2018/09/05/history-of-ai-winters/>. [Accessed: 20-Feb-2020].
- [9] The Institute of Internal Auditors, "Global Perspectives and Insights: Artificial Intelligence – Considerations for the Profession of Internal Auditing." pp. 1–8, 2017.
- [10] J. Manyika *et al.*, "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity," *McKinsey Glob. Inst.*, 2011
- [11] M. Negnevitsky, *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*. 2001.
- [12] A. Wodecki, *Artificial Intelligence in Value Creation*. Cham: Springer International Publishing, 2019.
- [13] J. Krohn, G. Beyleveld, and A. Bassens, *Deep Learning Illustrated*, 1st ed. 2019.
- [14] D. Wustrow and J. Kelly, *Reinsurance auditing for the 21st century*. 2011.
- [15] G. Boskou, E. Kirkos, and C. Spathis, "Assessing internal audit with text mining," *J. Inf. Knowl. Manag.*, vol. 17, no. 2, 2018
- [16] W. M. P. van der Aalst, *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*. 2011.
- [17] G. Boskou, E. Kirkos, and C. Spathis, "Classifying internal audit quality using textual analysis: the case of auditor selection," *Manag. Audit. J.*, vol. 34, no. 8, pp. 924–950, 2019, doi: 10.1108/MAJ-01-2018-1785.
- [18] M. R. Tolun, S. Sahin, and K. Oztoprak, "Expert Systems," in *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2016, pp. 1–12.
- [19] IIA, "Definition of Internal Auditing," *IIA Mandatory guidance*, 2018. .
- [20] Chartered Institute of Internal Auditors, "What is internal audit?," May. 2019.
- [21] The Institute of Internal Auditors, "The IIA's artificial intelligence auditing framework: Practical applications Part A." 2017.
- [22] The Institute of Internal Auditors, "The IIA's artificial intelligence auditing framework: Practical applications Part B." 2017.
- [23] Protiviti, "The Next Generation of Internal Auditing." 2018.
- [24] M. . Carataş, E. . Şpatariu, and G. Gheorghiu, "Internal Audit Role in Artificial Intelligence," *Ovidius Univ. Ann. Econ. Sci. Ser.*, vol. XVIII, no. 1, pp. 441–445, 2018.
- [25] H. Issa, T. Sun, and M. A. Vasarhelyi, "Research ideas for artificial intelligence in auditing: The formalization of audit and workforce supplementation," *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. 2016,
- [26] K. Omoteso, "The application of artificial intelligence in auditing: Looking back to the future," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 9, pp. 8490–8495, 2012, doi: 10.1016/j.eswa.2012.01.098.
- [27] A. Struthers-Kennedy and K. Nesgood, "Artificial Intelligence and Internal Audit: A Pragmatic Perspective - The Protiviti View," 2020. [Online]. Available: <https://blog.protiviti.com/2020/01/02/artificial-intelligence-and-internal-audit-a-pragmatic-perspective/>. [Accessed: 04-Feb-2020].
- [28] W. M. P. Van Der Aalst, K. M. Van Hee, J. M. Van Der Werf, and M. Verdonk, "Auditing 2.0: Using process mining to support tomorrow's auditor," *Computer (Long Beach, Calif.)*, vol. 43, no. 3, pp. 90–93, 2010
- [29] KPMG Australia, "Natural language processing: A more fluent audit," 2019. [Online]. Available: <https://home.kpmg/au/en/home/insights/2019/03/audit-technology-natural-language-processing.html>. [Accessed: 09-Feb-2020].
- [30] M. Gotthardt, D. Koivulaakso, O. Paksoy, and C. Saramo, "Current State and Challenges in the Implementation of Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Accounting and Auditing," *ACRN Oxford J. Financ. Risk Perspect.*, vol. 8, pp. 31–46, 2019.

