



# **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

Mestrado em Solicitadoria de Empresa

João Tomás Bernardo Belo

Leiria, setembro de 2025



# **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

Mestrado em Solicitadoria de Empresa

João Tomás Bernardo Belo

Dissertação realizada sob a orientação do Professor Doutor Jorge Barros Mendes

Leiria, setembro de 2025

# **Originalidade e Direitos de Autor**

A presente dissertação é original, elaborada unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para a elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, no Mestrado em Solicitadoria de Empresa, no ano letivo 2024/2025, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal.

# Agradecimentos

A realização desta tese de mestrado não teria sido possível sem o apoio, a colaboração e a inspiração de diversas pessoas que, de diferentes formas, contribuíram para este trabalho. Expresso aqui minha sincera gratidão.

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, o professor doutor Jorge Barros Mendes, pela dedicação e orientação ao longo deste processo.

Aos meus familiares, especialmente aos meus pais, tios e avós, pelo amor, apoio incondicional e compreensão nos momentos de maior dedicação a este projeto. Vocês foram minha base, a minha motivação e sem vocês nada disto seria possível.

À minha namorada, pela companhia nas tardes de realização da tese, pelas palavras de apoio, por demonstrar que acreditava em mim e pelos momentos de descontração que tornaram esta jornada mais fácil.

Agradeço também aos meus colegas e professores do mestrado, em especial à Ângela e à Adriana que mesmo sendo um aluno deslocado sempre me apoiaram e me deram a mão desde o início.

Por fim, um agradecimento especial ao Politécnico de Leiria, que me acolheu vindo de Lisboa, e que fez com que crescesse tanto a nível académico como a nível pessoal.

“Expressar a gratidão não é simplesmente dizer algumas palavras, é viver de acordo com elas.”

John F. Kennedy

# Resumo

Esta dissertação explora o papel transformador da inteligência artificial (IA) no contexto da segurança e saúde no trabalho, com foco na estratégia nacional portuguesa AI Portugal 2030 e no quadro regulatório europeu, o AI Act. Inicialmente, apresenta-se uma resenha histórica sobre acidentes de trabalho e segurança ocupacional, destacando a evolução dos conceitos e práticas ao longo do tempo. São abordados os fundamentos de IA, incluindo definições fornecidas por sistemas como Grok, ChatGPT e Meta AI, complementadas por uma análise crítica e uma reflexão pessoal sobre o conceito de IA. A estratégia AI Portugal 2030 é analisada em profundidade, destacando os seus três eixos principais, o crescimento económico e inovação, excelência científica e desenvolvimento humano através da educação, qualificação e inclusão digital. A estratégia enfatiza a importância de uma IA ética, transparente e inclusiva, promovendo a modernização da Administração Pública. O AI Act é examinado como um marco regulatório que equilibra inovação e responsabilidade, abordando dimensões jurídicas, éticas, económicas e tecnológicas para garantir o uso seguro da IA. No contexto dos acidentes de trabalho, a presente dissertação avalia o potencial da IA, especialmente em equipamentos de proteção individual com IA analisando os seus benefícios, como a deteção de riscos em tempo real, e os desafios, como custos elevados, dependência tecnológica e questões de privacidade. Casos reais ilustram a aplicação prática da IA, enquanto a questão da responsabilidade por falhas tecnológicas é discutida, destacando a complexidade da atribuição de culpa. Conclui-se que a IA oferece oportunidades significativas para melhorar a segurança no trabalho, mas a sua implementação exige formação contínua e uma regulação robusta para assegurar confiança e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Inteligência, artificial, segurança, responsabilidade, proteção.

# Abstract

This dissertation explores the transformative role of artificial intelligence (AI) in the context of occupational safety and health, with a focus on Portugal's national strategy, AI Portugal 2030, and the European regulatory framework, the AI Act. Initially, it presents a historical overview of workplace accidents and occupational safety, highlighting the evolution of concepts and practices over time. The fundamentals of AI are addressed, including definitions provided by systems such as Grok, ChatGPT, and Meta AI, complemented by a critical analysis and personal reflection on the concept of AI. The AI Portugal 2030 strategy is examined in depth, emphasizing its three main pillars: economic growth and innovation, scientific excellence, and human development through education, qualification, and digital inclusion. The strategy underscores the importance of ethical, transparent, and inclusive AI, promoting the modernization of public administration. The AI Act is analysed as a regulatory milestone that balances innovation and responsibility, addressing legal, ethical, economic, and technological dimensions to ensure the safe use of AI. In the context of workplace accidents, this dissertation evaluates the potential of AI, particularly in AI-enabled personal protective equipment, analysing its benefits, such as real-time risk detection, and challenges, including high costs, technological dependency, and privacy concerns. Real-world cases illustrate the practical application of AI, while the issue of liability for technological failures is discussed, highlighting the complexity of attributing responsibility. It is concluded that AI offers significant opportunities to enhance workplace safety, but its implementation requires continuous training and robust regulation to ensure trust and sustainability.

**Keywords:** artificial, intelligence, safety, accountability, protection.

*“A inteligência artificial é como o fogo: pode ser uma grande ferramenta, mas também pode ser perigosa se não for controlada.”*

Max Tegmark

# Índice

	<b>Originalidade e Direitos de Autor</b> .....	<b>iii</b>
	<b>Agradecimentos</b> .....	<b>iv</b>
	<b>Resumo</b> .....	<b>v</b>
	<b>Abstract</b> .....	<b>vi</b>
	<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>x</b>
	<b>Lista de tabelas</b> .....	<b>xi</b>
	<b>Lista de siglas e acrónimos</b> .....	<b>xii</b>
	<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
	<b>Resenha histórica</b> .....	<b>2</b>
1.	<b>Conceitos essenciais</b> .....	<b>3</b>
2.	<b>2.1. Acidente de trabalho</b> .....	<b>3</b>
	2.1.1. Resenha histórica .....	<b>3</b>
	2.1.2. Definição de acidentes de trabalho .....	<b>4</b>
	<b>2.2. Segurança e saúde no trabalho</b> .....	<b>5</b>
	2.2.1. Contexto histórico .....	<b>5</b>
	2.2.2. Definição de segurança e saúde no trabalho.....	<b>5</b>
	<b>2.3. Como é que Inteligência artificial se autodefine</b> .....	<b>6</b>
	2.3.1. GROK AI.....	<b>6</b>
	2.3.2. ChatGPT .....	<b>8</b>
	2.3.3. Meta AI do Whatsapp.....	<b>8</b>
3.	2.3.4. Análise das definições .....	<b>10</b>
	<b>2.4. Definição pessoal e breve reflexão</b> .....	<b>11</b>
	<b>Estratégia nacional para a IA</b> .....	<b>14</b>
	<b>3.1. Visão e Objetivos Estratégicos</b> .....	<b>14</b>
4.	<b>3.2. Educação, Qualificação e Inclusão Digital</b> .....	<b>15</b>
	<b>3.3. Investigação</b> .....	<b>17</b>
	<b>3.4. Administração Pública e Regulação</b> .....	<b>17</b>
	<b>AI Act</b> .....	<b>20</b>
	<b>4.1. A necessidade de regular a Inteligência Artificial</b> .....	<b>20</b>

<b>4.2.</b>	<b>Fundamentação e bases do AI Act</b> .....	<b>21</b>
4.2.1.	Dimensão jurídica.....	21
4.2.2.	Dimensão ética .....	22
4.2.3.	Dimensão económica.....	26
4.2.4.	Dimensão tecnológica.....	27
<b>4.3.</b>	<b>Pontos fundamentais do AI ACT</b> .....	<b>29</b>
	<b>Impacto nos acidentes de trabalho</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1.</b>	<b>Segurança e saúde no local de trabalho</b> .....	<b>31</b>
<b>5.</b>	<b>5.2. Equipamentos de proteção individual com IA</b> .....	<b>34</b>
5.2.1.	Prós .....	34
5.2.2.	Contras .....	36
5.2.3.	Casos reais.....	38
<b>5.3.</b>	<b>Responsabilidade no caso de falha dos equipamentos</b> .....	<b>41</b>
	<b>Conclusão</b> .....	<b>45</b>
	<b>Bibliografia</b> .....	<b>46</b>

# Lista de Figuras

Figura 1 .....	24
----------------	----

# Lista de tabelas

Tabela 1 .....	18
Tabela 2 .....	29

## Lista de siglas e acrónimos

al.	alínea
art.	artigo
ed.	edição
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
ex vi	Por força de
FCT	Fundação de Ciências e Tecnologia
IA	inteligência artificial
n.º	número
OIT	Organização Internacional do Trabalho
p.	página
PME	Pequena e Média empresa
RGPD	Regulamento Geral da Proteção de Dados
SST	Segurança e saúde no trabalho
TFUE	Tratados Fundamentais da União Europeia
TUE	Tratados da União Europeia
UE	União Europeia

## **Introdução**

Os acidentes de trabalho são uma realidade na vida de muitos trabalhadores por todo o mundo, seja por fracas condições de trabalho, seja por negligência própria ou até por um simples azar.

Já a inteligência artificial é um novo mundo com muito ainda por explorar, interpretar e refletir. O objetivo da presente dissertação é perceber se a inteligência artificial pode vir ajudar a combater os acidentes de trabalho e tornar o local de trabalho mais seguro.

Importa começar por apresentar uma breve resenha histórica, bem como alguns conceitos essenciais como o de acidente de trabalho, o de segurança e saúde no trabalho e o conceito de inteligência artificial onde, neste último, iremos ver com a mesma se autodefine e apresentaremos uma definição pessoal com carácter refletivo. É importante apresentar estes conceitos, uma vez que são conceitos que estarão presentes ao longo de todo o trabalho.

No desenrolar do trabalho será abordado o Regulamento 2024/1689, também denominado AI Act analisando o seu âmbito, bem como pontos que consideramos fundamentais. Abordaremos também, os equipamentos de proteção individual com inteligência artificial e quem é o responsável no caso de falha desses equipamentos.

Por fim, para a elaboração do trabalho recorreremos à consulta de legislação, a artigos científicos, textos de opinião e doutrina.

## Resenha histórica

1. O conceito de Inteligência Artificial (IA) foi introduzido em 1955 por John McCarthy, professor de matemática em Dartmouth, que no ano seguinte, organizou a primeira conferência dedicada ao tema. Desde a sua concepção, a IA tem sido objeto de previsões ambiciosas, algumas das quais superestimaram a velocidade do seu desenvolvimento.

Em 1957, o economista Herbert Simon projetou que, dentro de uma década, os computadores superariam os humanos no jogo de xadrez, uma conquista que, na realidade, levou quatro décadas para ser alcançada. De maneira semelhante, em 1967, o cientista cognitivo Marvin Minsky, afirmou que dentro de uma geração, o problema da criação de uma verdadeira inteligência artificial estaria substancialmente resolvido (Brynjolfsson e McAfee, 2019, p.21).

Apesar da notável contribuição destes intelectuais, as suas previsões revelaram-se imprecisas, o que justifica um certo grau de ceticismo em relação a projeções radicais sobre o futuro da IA. No entanto, têm vindo a ser observados avanços significativos, especialmente em duas grandes áreas: percepção e cognição. No campo da percepção, um dos progressos mais expressivos ocorreu na tecnologia de reconhecimento de voz. Embora ainda não alcance a perfeição, esse recurso já é amplamente utilizado por milhões de usuários, como exemplificado pelos assistentes virtuais Siri, Alexa e Google Assistant (Brynjolfsson e McAfee, 2019, p.21).

Ademais, a transcrição automatizada de voz para texto tem alcançado um grau de precisão que permite a sua adoção em diversas aplicações práticas. O presente texto, por exemplo, foi originalmente ditado a um sistema computacional e transcrito com suficiente exatidão para possibilitar sua materialização de maneira mais eficiente do que a digitação manual. Estes avanços demonstram a crescente sofisticação dos sistemas de IA, ainda que o seu desenvolvimento continue a enfrentar desafios substanciais. A evolução da inteligência artificial permanece, portanto, um campo de investigação dinâmico, cujas promessas e limitações devem ser analisadas de forma crítica e baseada em evidências empíricas (Brynjolfsson e McAfee, 2019, p.21).

## Conceitos essenciais

2.

### 2.1. Acidente de trabalho

#### 2.1.1. Resenha histórica

O aumento da incidência de acidentes de trabalho e os impactos negativos que estes geram, tanto a nível pessoal como social, contribuíram para a reformulação dos regimes de responsabilidade civil.

A tradicional teoria da responsabilidade civil apresentava dificuldades para os trabalhadores, que enfrentavam o desafio de provar a culpa ou negligência do empregador para responsabilizá-lo por acidentes laborais.

Para superar esse obstáculo, os legisladores desenvolveram o conceito de responsabilidade civil objetiva, que dispensa a necessidade de comprovar a culpa do empregador. A primeira legislação a adotar esse modelo foi aprovada na Alemanha, em 6 de julho de 1884 (Dray, 2025, p.673).

Em Portugal, a introdução da responsabilidade civil objetiva ocorreu com a Lei n.º 83, de 24 de julho de 1913, que estabeleceu a responsabilidade sem culpa, especialmente em acidentes causados por máquinas, embora não abrangesse doenças profissionais. Posteriormente, o Decreto n.º 5637, de 19 de maio de 1919, ampliou a responsabilidade pelo risco a diversas profissões e instituiu a obrigatoriedade do seguro social.

Em 1936, a Lei n.º 1942, de 27 de julho, reforçou esse regime, seguida pela Lei n.º 2127, de 3 de agosto de 1965, que tornou obrigatória a subscrição de seguros de acidentes de trabalho pelo empregador.

Em 1997, a Lei n.º 100/97, de 13 de setembro, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 143/99, de 30 de abril, manteve, em grande parte, o regime anterior. Atualmente, a Lei n.º 98/2009, de 4 de setembro, conhecida como Lei dos Acidentes de Trabalho, regula o sistema em Portugal. Sob o modelo de responsabilidade civil objetiva, o empregador é considerado responsável por acidentes de trabalho que resultem em morte, lesão corporal ou redução da capacidade de trabalho ou de ganho do trabalhador, independentemente de ter cumprido todas as normas de segurança e saúde no trabalho (Dray, 2025, p.674).

### 2.1.2. Definição de acidentes de trabalho

Num primeiro momento, podemos começar este estudo com a definição de acidente de trabalho que vem elencada na Lei nº 98/2009, de 4 de setembro, no artigo 8º, número 1 onde consta o conceito o qual “é acidente de trabalho aquele que se verifique no local e no tempo de trabalho e produza direta ou indiretamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução na capacidade de trabalho ou de ganho ou a morte.

Para efeitos do nº 2 do mesmo artigo entende-se por “local de trabalho” qualquer local onde o trabalhador esteja presente ou deva comparecer na decorrência das suas responsabilidades laborais, e onde esteja sujeito, de forma direta ou indireta, à supervisão ou controlo do empregador, por outro lado, o “tempo de trabalho além do período normal de trabalho” que consiste nas atividades preparatórias ou relacionadas a estas, assim como nos eventos subsequentes relacionados a elas, incluindo interrupções normais ou involuntárias do trabalho. Caso seja teletrabalho ou trabalho à distância, a alínea c) prevê que o local de trabalho seja aquele que consta do acordo de teletrabalho.

O núcleo essencial da noção de acidente de trabalho está plasmado no artigo 8.º, n.º 1 da Lei nº 98/2009. De acordo com este artigo, há um acidente de trabalho quando ocorre um acidente que produza, direta ou indiretamente, lesão corporal, perturbação funcional ou doença que resulte na redução da capacidade de trabalho ou de ganho, ou ainda na morte. O artigo 8.º enfatiza que a principal ligação com a prestação de trabalho ocorre quando o acidente se verifica "no local e no tempo de trabalho" (artigo 8.º, n.º 1), isto é, durante a realização de atos devidos na prestação de trabalho. O "local de trabalho" é definido como "todo o lugar em que o trabalhador se encontra ou deva dirigir-se em virtude do seu trabalho e onde esteja, direta ou indiretamente, sujeito ao controlo do empregador" (artigo 8.º, n.º 2, alínea a)). Esta definição é mais abrangente do que a contida no artigo 193.º do Código do Trabalho, que limita o local de trabalho ao definido contratualmente para o trabalhador exercer a sua atividade (Saraiva, 2023, p. 433).

## 2.2. Segurança e saúde no trabalho

### 2.2.1. Contexto histórico

Num enquadramento histórico, pode considerar-se que as primeiras intervenções consistentes em Portugal, orientadas para a estruturação e organização de medidas eminentemente preventivas, no âmbito do que hoje se designa como segurança e saúde no trabalho (SST), remontam às disposições estabelecidas no domínio da medicina do trabalho “clássica” durante a década de 1960. Contudo, foi apenas com a publicação do Decreto-Lei n.º 441/91, de 14 de novembro de 1991, que se instituiu um diploma referencial verdadeiramente estruturante para a SST em Portugal. Este regime jurídico de enquadramento abriu um amplo leque de possibilidades para o desenvolvimento da SST, promovendo uma nova sensibilidade no mundo laboral relativamente a uma temática que, até então, era objeto de preocupação apenas de um conjunto limitado de empresas. A adoção de um quadro normativo universal permitiu, assim, consolidar e expandir a relevância da SST, marcando um ponto de inflexão na abordagem às condições de trabalho no país (Livro Verde SST, 2024).

### 2.2.2. Definição de segurança e saúde no trabalho

O direito da segurança e saúde no trabalho, enquanto área disciplinar, dedica-se à prevenção e à reparação de acidentes e incidentes laborais, bem como de doenças profissionais, promovendo um ambiente de trabalho que assegure condições físicas e psicológicas apropriadas. Este campo busca garantir que o trabalho seja realizado de forma segura, preservando a integridade e o bem-estar dos trabalhadores.

As normas de SST têm como foco principal a atuação preventiva, visando evitar ou reduzir a ocorrência de acidentes de trabalho. Essa abordagem proativa deve ser cada vez mais valorizada, priorizando a identificação e mitigação de riscos antes que eles se concretizem. Os conceitos de segurança no trabalho e saúde no trabalho podem ser definidos da seguinte forma:

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

A segurança no trabalho é o conjunto de medidas implementadas para prevenir e minimizar acidentes laborais e doenças ocupacionais, identificar e controlar os riscos relacionados aos elementos materiais do trabalho, além de proteger a saúde e a capacidade laboral do trabalhador, a saúde no trabalho, é definida como a função primordialmente preventiva, responsável por criar e manter ambientes laborais seguros e saudáveis, que favoreçam o bem-estar físico, mental e adaptem as condições de trabalho às capacidades individuais dos trabalhadores (Quintas, 2023, p.7).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) define a SST como o conjunto de medidas e ações destinadas a promover a segurança, saúde e bem-estar dos trabalhadores, bem como a prevenir acidentes de trabalho e doenças profissionais, através da identificação, avaliação e controlo dos riscos ocupacionais nos locais de trabalho. Esta definição está alinhada com o princípio fundamental da OIT de garantir um trabalho digno, consagrado na Convenção n.º 187 sobre o Quadro Promocional para a Segurança e Saúde no Trabalho (2006), que Portugal ratificou.

### **2.3. Como é que Inteligência artificial se autodefine**

#### **2.3.1. GROK AI**

Grok é uma inteligência artificial desenvolvida pela xAI, projetada para dar assistência aos utilizadores na compreensão do universo e responder a uma ampla panóplia de perguntas com base em raciocínio, conhecimento atualizado e ferramentas analíticas.

Para o Grok, a IA constitui um campo paradigmático dentro da ciência computacional, abrangendo a conceção e implementação de sistemas projetados para emular as faculdades cognitivas humanas. Este domínio interdisciplinar integra princípios da ciência da computação, matemática e psicologia cognitiva para criar máquinas capazes de raciocínio autónomo, aprendizagem e interação. Segue-se uma delimitação dos subcampos constituintes da IA, elucidando os seus mecanismos operacionais e fundamentos teóricos.

Relativamente às modalidades da IA:

A Aprendizagem Automática (Machine Learning - ML): Como subconjunto fundamental da IA, a aprendizagem automática utiliza algoritmos estatísticos para refinar iterativamente

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

modelos preditivos através da exposição a conjuntos de dados expansivos. Esta capacidade adaptativa permite aos sistemas de ML extrapolar padrões e informar a tomada de decisão, evoluindo em eficácia com novos dados, consubstanciando assim um paradigma de inteligência orientado por dados.

As Redes Neurais (Neural Networks - NNs): Inspiradas em arquiteturas neurobiológicas, as redes neurais consistem em nós algorítmicos interligados que simulam processos sinápticos. Estas estruturas destacam-se na identificação de correlações latentes em conjuntos de dados complexos, facilitando aplicações que vão desde o reconhecimento de imagens até à análise preditiva, e incarnam uma abordagem bio mimética à inteligência computacional.

O Processamento de Linguagem Natural (Natural Language Processing - NLP): Esta subdisciplina centra-se na simbiose entre sistemas computacionais e a expressão linguística humana. Abrangendo funcionalidades como análise sintática, análise semântica e tradução automática, o NLP estabelece uma ponte entre a comunicação maquínica e humana, possibilitando uma interação fluida através de fala e texto.

A Visão Computacional (Computer Vision): Situada na interseção entre ótica e computação, a visão computacional capacita os sistemas a interpretar e contextualizar estímulos visuais, imagens, vídeos e dados espaciais e imitando as capacidades perceptivas humanas. As suas aplicações abrangem deteção de objetos, reconstrução de cenas e navegação autónoma.

Robótica (Robotics): Integrando a IA em corpos físicos, a robótica sintetiza o processamento sensorial e o controlo motor para executar tarefas em ambientes proibitivos à presença humana. Esta convergência de software e hardware exemplifica a concretização prática da automação inteligente. E por fim, os Sistemas Especializados (Expert Systems): Estes enquadramentos especializados de IA replicam a perícia humana específica de um domínio, empregando lógica baseada em regras para resolver problemas complexos em campos delimitados. A sua natureza determinística contrasta com as tendências probabilísticas de modalidades mais amplas de IA.

A IA manifesta-se ao longo de um contínuo que vai da IA estreita (fraca) — sistemas específicos para tarefas como assistentes virtuais ou algoritmos de jogos — até ao horizonte aspiracional da IA geral (forte), que postula uma capacidade teórica de versatilidade cognitiva universal semelhante ao intelecto humano. As implementações contemporâneas

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

refletem predominantemente a IA estreita, integrada em tecnologias quotidianas. O crescimento exponencial do campo, impulsionado por uma sofisticação algorítmica acrescida, capacidade computacional e proliferação de dados, catalisou aplicações transformadoras em setores como a saúde, finanças e educação, enquanto colocou em destaque desafios éticos, regulatórios e sociais.

### 2.3.2. ChatGPT

**Inteligência artificial (IA)** é a área da computação que desenvolve sistemas capazes de executar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. Essas tarefas incluem aprendizado, raciocínio, reconhecimento de padrões, processamento de linguagem natural e tomada de decisões. A IA pode ser baseada em **algoritmos e modelos matemáticos** que permitem que as máquinas analisem dados, aprendam com experiências passadas e tomem decisões de forma autónoma ou semiautónoma. A IA divide-se em diferentes categorias, como **IA fraca** (focada em tarefas específicas) e **IA forte** (capaz de raciocinar e agir como um ser humano, ainda teórica).

### 2.3.3. Meta AI do Whatsapp

A inteligência artificial (IA) refere-se à simulação da inteligência humana em máquinas programadas para pensar, aprender e agir como seres humanos. O termo também pode ser aplicado a qualquer máquina que apresente características associadas à mente humana, como a capacidade de aprender, resolver problemas, raciocinar, perceber e compreender a linguagem.

A aprendizagem diz respeito à habilidade de melhorar o desempenho em uma tarefa ao longo do tempo, com base na experiência e em dados.

A resolução de problemas, por seu turno, envolve encontrar soluções para questões complexas utilizando raciocínio, lógica e tomada de decisões.

Já o raciocínio refere-se à capacidade de tirar conclusões, fazer inferências e tomar decisões com base nos dados e conhecimentos disponíveis.

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

A percepção é a habilidade de interpretar e compreender dados de sensores, como imagens, fala e texto.

A compreensão da linguagem inclui a capacidade de entender e gerar linguagem humana, englobando áreas como o processamento de linguagem natural (PLN) e a geração de linguagem natural (GLN).

Os sistemas de IA podem ser classificados em dois tipos principais: IA estreita ou fraca e IA geral ou forte.

A IA estreita ou fraca é projetada para realizar uma tarefa específica, como reconhecimento facial, tradução de idiomas ou jogar xadrez. Esses sistemas são treinados em conjuntos de dados específicos e não possuem capacidade de raciocínio ou tomada de decisão generalizada.

Já a IA geral ou forte é um conceito hipotético de um sistema capaz de compreender, aprender e aplicar conhecimentos em uma ampla variedade de tarefas, de forma semelhante à inteligência humana, esse tipo de IA ainda não existe.

Entre as tecnologias que compõem a IA, destacam-se a aprendizagem de máquina, que consiste em treinar algoritmos com dados para realizar previsões, classificações e tomadas de decisão; o aprendizado profundo, uma forma de aprendizado de máquina que utiliza redes neurais com múltiplas camadas para analisar dados; o processamento de linguagem natural, que estuda a interação entre computadores e a linguagem humana; e a visão computacional, que permite aos computadores interpretar e compreender dados visuais a partir de imagens e vídeos

A IA possui inúmeras aplicações em diversos setores, como na saúde, com diagnósticos assistidos por IA, medicina personalizada e cuidados com pacientes; nas finanças, com negociações automatizadas, gestão de riscos e atendimento ao cliente; no transporte, com veículos autônomos, otimização de rotas e gestão de tráfego; e na educação, com plataformas de aprendizado baseadas em IA, avaliações adaptativas e ensino personalizado. Em suma, a inteligência artificial tem o potencial de transformar profundamente diversos aspectos da nossa vida, desde a saúde e a educação até as finanças e os transportes.

### 2.3.4. Análise das definições

Falando primeiramente dos pontos em comum, percebemos que todas as definições apresentadas dizem que a IA é um campo da ciência computacional que busca criar sistemas capazes de simular capacidades cognitivas humanas, como raciocínio, aprendizagens, resolução de problemas e interação com dados ou ambientes. Há, portanto, um consenso de que a IA envolve o desenvolvimento de máquinas ou sistemas que podem executar tarefas que normalmente requerem inteligência humana.

Todas as definições distinguem ainda entre IA estreita (fraca), que é projetada para tarefas específicas, e IA geral (forte), que é um conceito teórico/ de uma IA com capacidades cognitivas amplas, semelhantes às humanas. As descrições reconhecem que a IA atual é predominantemente estreita, aplicada a domínios específicos.

Relativamente às diferenças percebemos que a descrição do Grok AI é mais detalhada e técnica, oferecendo uma explicação aprofundada dos subcampos da IA (como redes neurais, robótica e sistemas especializados). Enfatiza os fundamentos teóricos e os mecanismos operacionais, como a inspiração neurobiológica das redes neuronais e a lógica baseada em regras dos sistemas especializados.

Já a definição do ChatGPT, é mais concisa e generalista, mais focada numa visão ampla da IA sem entrar em detalhes técnicos sobre subcampos específicos, exceto por menções genéricas a aprendizagens, raciocínio e NLP.

Por fim, a definição da Meta AI do WhatsApp, é a definição intermédia em termos de detalhe, fazendo a listagem das capacidades específicas da IA (aprendizagens, resolução de problemas, raciocínio, percepção e compreensão da linguagem) e mencionando subcampos como *deep learning*, mas sem a profundidade teórica da descrição do Grok AI.

Enquanto a definição do Grok AI, usa um tom mais formal e acadêmico, com vocabulário técnico e detalhado, como um “paradigma de inteligência orientado por dados”, a definição apresentada pelo ChatGPT, tem um tom mais acessível e direto, com uma descrição simplificada direcionada para um público geral. Por fim, a definição da Meta AI do WhatsApp, combina um tom acessível com uma abordagem descritiva, detalhando capacidades específicas da IA de maneira clara, mas menos técnica que a descrição do Grok.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Em suma, as três definições concordam que a IA é um campo que simula inteligência humana, dividindo-se em IA estreita e geral, e com aplicações transformadoras em vários setores. Já nas diferenças, a descrição do Grok é mais técnica, detalhada e reflexiva, incluindo subcampos adicionais (robótica, sistemas especializados) e desafios éticos. A do ChatGPT é mais genérica e simplificada, enquanto a do Meta AI é descritiva, com ênfase em capacidades específicas como a percepção, mas menos profunda que a do Grok.

### 2.4. Definição pessoal e breve reflexão

A definição de IA proposta por John McCarthy, frequentemente referido como "o pai da IA", continua a ressoar como uma pedra angular no campo, encapsulando tanto a sua ambição científica quanto o seu desafio de engenharia. McCarthy, na sua proposta seminal para a Conferência de Dartmouth de 1955, definiu a IA como "a ciência e a engenharia de criar máquinas inteligentes" (McCarthy et al., 1955), uma visão que, na nossa opinião, permanece notavelmente relevante, mesmo com a evolução do campo.

A sua definição simplista, mas profunda na sua abrangência, sugerindo que a IA não é apenas sobre replicar a inteligência humana, mas sobre criar sistemas que exibam comportamento inteligente, independentemente de quão esse comportamento se assemelhe aos processos cognitivos humanos. A clarificação de McCarthy de que a IA "não se limita a métodos que sejam biologicamente observáveis" (McCarthy, 2007) é, a nosso ver, algo notável. Esta perspectiva liberta a IA das amarras da neurociência, permitindo aos investigadores explorar abordagens criativas e não convencionais, como o raciocínio simbólico ou a pesquisa heurística, que marcaram as primeiras décadas do campo e continuam a influenciar as metodologias modernas.

Refletindo sobre esta definição, parece-nos que a visão de McCarthy enfatiza a dualidade da IA como uma busca intelectual e prática. Como investigação científica, a IA procura compreender a essência da inteligência, seja ela humana ou artificial; como desafio de engenharia, exige a construção de sistemas que concretizem essa inteligência. Esta dualidade ressoa profundamente comigo, pois destaca a liberdade criativa que a IA oferece: não estamos apenas a imitar a natureza, mas a inventar novas formas de inteligência que podem ultrapassar os limites biológicos. Esta ideia é particularmente inspiradora quando consideramos o impacto da IA em áreas como a resolução de problemas complexos, desde

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

diagnósticos médicos até à modelação climática, onde os sistemas podem alcançar resultados que rivalizam ou superam as capacidades humanas (McCarthy, 2007).

Por outro lado, a definição apresentada pelo MIT, conforme articulada por Rahnema (2025), que descreve a IA como "o desenvolvimento de sistemas que podem executar tarefas que normalmente exigem inteligência humana, como raciocínio, aprendizagem e resolução de problemas", oferece uma perspectiva complementar que reflete a evolução do campo.

Na nossa opinião, esta definição capta a essência prática da IA moderna, particularmente no contexto das inovações impulsionadas por dados, como as redes neurais profundas, que dominam o cenário atual. O MIT, através do seu Laboratório de Ciência da Computação e Inteligência Artificial (CSAIL), tem sido um pilar nesta evolução, desde os contributos pioneiros de Marvin Minsky, que colaborou com McCarthy na fundação do campo, até avanços como o sistema de xadrez MacHack e inovações em visão computacional e robótica. A transição de abordagens simbólicas, como os sistemas especialistas dos anos 80, para métodos baseados em dados reflete uma mudança pragmática no campo, que a nosso ver, complementa a visão mais ampla de McCarthy, mantendo o foco em tarefas que espelham a inteligência humana.

Na nossa perspetiva, estas duas definições, embora distintas em tom e contexto, convergem num ponto crucial: a IA é, no seu cerne, sobre capacitar máquinas para realizar feitos inteligentes, seja através de lógica formal, como defendia McCarthy, ou através de aprendizagem baseada em dados, como enfatiza a abordagem do MIT.

A IA é, assim, um espelho da nossa própria ambição como espécie, um reflexo da nossa ânsia por compreender a mente, transcender limitações e moldar o futuro. Quando refletimos sobre o que a IA significa, não podemos deixar de sentir uma mistura de fascínio, por um lado e, por outro, de alguma inquietação, pois do nosso ponto de vista a IA veio amplificar e contribuir para uma maior fragmentação social, uma vez que os algoritmos das redes sociais, que são impulsionados ou alimentados por IA, aprofundam muitas vezes a polarização, o que provoca uma maior desinformação e consequente propagação dessa desinformação rapidamente, o que vai acabar por manipular o público que vota.

É como se estivéssemos a criar, uma entidade que amplifica as nossas capacidades, mas que também nos confronta com perguntas profundas sobre quem somos e o que significa ser inteligente.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Quando pensamos na definição de IA, como a proposta por John McCarthy, “a ciência e a engenharia de criar máquinas inteligentes” (McCarthy, 1955) vemos um convite para explorar não apenas o potencial técnico, mas também o filosófico.

A IA não é apenas sobre algoritmos ou redes neurais, é sobre imaginar o que a inteligência pode ser, livre das amarras da biologia. McCarthy, ao afirmar que a IA “não se limita a métodos biologicamente observáveis” (McCarthy, 2007), abriu uma porta para um mundo onde a inteligência pode ser reinventada. Refletindo sobre o trabalho do MIT, onde pioneiros como Marvin Minsky ajudaram a fundar o campo, vemos a IA como uma ponte entre o passado e o futuro. As abordagens simbólicas dos anos 80, como os sistemas especialistas, deram lugar a redes neurais profundas que aprendem com quantidades massivas de dados. Esta evolução é empolgante, mas também nos faz parar para refletir.

Estamos a construir sistemas que, em muitos casos, superam os humanos em tarefas específicas. Vemos a IA como uma aliada e não como uma rival. No entanto, esta aliança exige vigilância. Cada algoritmo que projetamos carrega as nossas intenções, os nossos erros e as nossas esperanças, e ao refletirmos, devemos perguntar se estamos a construir um futuro onde a IA amplifica o melhor de nós, ou se estamos a criar um mundo onde nos tornamos espetadores das nossas próprias criações. A IA, no fundo, torna-se algo para sermos melhores não apenas nas nossas profissões, mas também como pensadores éticos uma vez que a inteligência, artificial ou humana, é mais do que resolver problemas, é sobre imaginar possibilidades, assumir responsabilidades e acima de tudo, manter a humanidade e o humanismo no centro de tudo o que fazemos.

## Estratégia nacional para a IA

- A Estratégia Nacional para a Inteligência Artificial, AI Portugal 2030, é um plano abrangente que posiciona Portugal como um ator relevante no desenvolvimento e aplicação da
3. inteligência artificial (IA) na Europa, alinhando-se com as diretrizes da União Europeia para a transformação digital. Integrada na iniciativa INCoDe.2030, a estratégia visa promover a inovação, a competitividade económica, a excelência científica e a inclusão social, mantendo um forte compromisso com a ética e os valores democráticos.

### 3.1. Visão e Objetivos Estratégicos

A AI Portugal 2030 tem como objetivo transformar Portugal, até 2030, num país líder em IA, com um mercado de trabalho intensivo em conhecimento, empresas inovadoras exportadoras de tecnologia e uma população altamente qualificada. Esta visão assenta em três eixos fundamentais. No crescimento económico e inovação, uma vez que a estratégia busca criar valor económico através do desenvolvimento de tecnologias de IA, promovendo a competitividade de empresas portuguesas em setores estratégicos, como a indústria 4.0, saúde digital e cidades inteligentes. A excelência científica, com o objetivo de reforçar a investigação fundamental e aplicada em IA, consolidando a posição de Portugal como um centro de pesquisa de referência. E por fim, o desenvolvimento humano e inclusão digital, com o objetivo de garantir que a população adquira competências digitais, promovendo a inclusão social e reduzindo desigualdades no acesso à tecnologia (Estratégia Nacional para a Inteligência Artificial, 2019).

A estratégia tem uma abordagem "ética-by-design", que integra princípios de transparência, privacidade e respeito pelos direitos fundamentais em todas as fases do desenvolvimento e aplicação da IA. Este compromisso é essencial para assegurar a confiança social na tecnologia e alinhar Portugal com as orientações éticas da União Europeia (Estratégia Nacional para a Inteligência Artificial, 2019, p.9).

### 3.2. Educação, Qualificação e Inclusão Digital

Um dos pilares centrais da AI Portugal 2030 é a educação digital, que visa preparar a sociedade para os desafios da era da IA. É fundamental considerar uma estratégia educacional que introduza precocemente os conceitos básicos de Ciência da Computação, complementados pela aprendizagem em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), integrando-os de forma transversal no currículo de outras disciplinas. Além disso, dada a sua relevância, os conceitos de IA também devem ser introduzidos numa fase inicial da escolaridade. Esta abordagem pode ser implementada através de iniciativas como, ensinar aos alunos mais jovens os fundamentos do *machine learning* utilizando os Clubes Ciência Viva nas escolas e outros clubes científicos já existentes, explorando, por exemplo, desafios relacionados com problemas globais, como estudos sobre biodiversidade ou poluição. Promover a criação de conteúdos multimédia criativos e colaborativos em ciências, abordando temas centrais das disciplinas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), como biologia humana ou ecossistemas energéticos, ou ainda temas ligados às regiões portuguesas, geografia e história, entre outros. Desenvolver competências de programação, aproveitando a expressividade das linguagens e plataformas de programação para criar conteúdos originais e criativos. Neste processo, os alunos não só aprenderão a raciocinar e resolver problemas de forma digital, mas também a criar e propor novas questões, utilizando a sua criatividade e pensamento crítico. Além disso, é crucial que os jovens compreendam os riscos e ameaças que enfrentam, tal como o resto da sociedade, agravados pelo facto de passarem grande parte do tempo imersos no ciberespaço, com a ilusão de que, por serem “nativos digitais” e estarem familiarizados com tecnologias e dispositivos, estão protegidos contra perigos e ataques. Na realidade, o seu conhecimento, muitas vezes frágil e superficial, não os salvaguarda adequadamente (AI Portugal 2030 p.12).

Na qualificação, a IA oferece um enorme potencial para aumentar a produtividade em setores que vão desde a agricultura até aos serviços de alta tecnologia, mas exige uma força de trabalho qualificada, capaz de identificar as melhores oportunidades para a IA, desenvolver soluções técnicas, adaptar os ambientes de trabalho atuais e implementar aplicações de IA seguindo padrões éticos e de segurança. Nesse sentido, a capacitação da força de trabalho em TIC, com um foco especial na IA, é essencial para impulsionar o desenvolvimento económico e a sustentabilidade em Portugal. Nos últimos anos, Portugal tornou-se um

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

destino atrativo para empresas internacionais de alta tecnologia, graças ao seu ambiente social seguro e acolhedor, bem como à qualidade técnica dos seus profissionais. Além disso, o país tem-se destacado como um ecossistema fértil para start-ups, muitas das quais alcançaram projeção internacional e se tornaram referências no mercado. Contudo, este sucesso evidenciou a escassez de profissionais qualificados, sendo necessário um esforço significativo para superar este desafio.

As medidas para enfrentar esta questão devem ser implementadas em várias frentes. Primeiro devem expandir a formação profissional em TIC e IA, direcionada a trabalhadores desempregados e ativos, permitindo-lhes tornarem-se agentes ativos na aplicação e suporte de soluções de IA em diversos setores industriais e de serviços. Para tal, é crucial o envolvimento de empresas privadas, associações empresariais e instituições públicas, como o IAPMEI e o IEFP. Devem ainda melhorar a qualidade dos serviços públicos através de uma administração pública mais qualificada, uma responsabilidade que recai, em grande parte, sobre o INA. E por fim, requalificar profissionais de setores com menor empregabilidade e aprimorar as competências de programadores e engenheiros por meio de programas avançados de formação em IA, com forte participação de institutos politécnicos e universidades (AI Portugal 2030 p.13).

No âmbito da inclusão, a grande maioria da população portuguesa deve adquirir conhecimentos e competências mínimas que lhes permitam utilizar as ferramentas digitais disponíveis no seu dia a dia, compreendendo tanto os benefícios que as soluções digitais, muitas vezes baseadas em inteligência artificial (IA), podem trazer, como os riscos e ameaças que enfrentam. Estes incluem desde a exposição a informações falsas e manipulação direcionada até à indução a escolhas que nem sempre são do seu interesse. Além disso, a segurança e a privacidade são questões cruciais, exigindo uma consciência aguda de risco e responsabilidade.

Os projetos “Comunidades Criativas para a Inclusão Digital” (CCDI), desenvolvidos no âmbito da iniciativa INCoDe.2030, estão a ser implementados em todo o país, em colaboração com municípios e outras organizações locais. Estes projetos visam capacitar comunidades vulneráveis e excluídas digitalmente, dotando-as das competências necessárias e promovendo a compreensão do contexto gerado pela transformação digital, especialmente pela IA. Para algumas comunidades, fatores profundos de exclusão, como idade, falta de qualificações ou questões étnicas, dificultam a conquista de autonomia digital. Esta só pode

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

ser alcançada por meio de soluções personalizadas e em rede, adaptadas a cada contexto cultural, com o apoio de mentores e assistentes formados para prestar ajuda diária (AI Portugal 2030 p.12).

### **3.3. Investigação**

A investigação em inteligência artificial (IA), que tem uma longa tradição na academia portuguesa, deve ser intensificada como um domínio amplo e autónomo. Os desafios atuais são complexos, incluindo, por exemplo, aprimorar metodologias de aprendizagem, como a aprendizagem com conjuntos de dados reduzidos e a generalização a partir de casos atípicos, compreender o contexto, relacionando cada afirmação com o que foi previamente apresentado e entender a causalidade, distinguindo-a claramente da mera correlação (AI Portugal 2030 p.13).

Além disso, a ética é um dos aspetos mais desafiantes da IA na atualidade. Construir confiança requer uma tutela e cautela rigorosa de dados para evitar preconceitos, assegurando transparência nos processos de tomada de decisão, promovendo responsabilidade e explicabilidade. A investigação em IA também impulsiona o desenvolvimento de áreas vizinhas, como a computação avançada, e fomenta o surgimento de novos campos, como a computação quântica ou neuro mórfica, além de tudo o que envolve a integração entre o mundo digital e o físico. Novos serviços e processos industriais emergirão, desempenhando um papel significativo na promoção da sustentabilidade (AI Portugal 2030 p.13).

### **3.4. Administração Pública e Regulação**

O programa tem como objetivo apoiar atividades de investigação e desenvolvimento (I&D) que fortaleçam as competências científicas e tecnológicas para gerir o vasto volume de dados gerados na Administração Pública. A meta é utilizar e combinar esses dados administrativos com informações de outras fontes para fundamentar as políticas públicas e os processos de tomada de decisão, que devem ser cada vez mais baseados em evidências, em vez de intuições. Em última análise, o programa pretende transformar a prestação de serviços públicos, passando de um modelo reativo para um paradigma de antecipação. Este esforço contribuirá para a apropriação e integração de conhecimento científico em sistemas de decisão operacional, permitindo o desenvolvimento de novo conhecimento para resolver

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

problemas concretos e específicos das entidades públicas, abordando questões relevantes para os cidadãos em diversas áreas da governação (AI Portugal 2030 p.32).

Atualmente, 19 projetos de I&D estão a ser financiados através do “Programa Mobilizador da FCT para promover a IA na Administração Pública”. Destes, quatro projetos-piloto iniciais apoiam parcerias já consolidadas entre a comunidade científica e a Administração Pública, enquanto 15 projetos adicionais foram selecionados por um painel científico independente, numa convocatória específica destinada a promover novas colaborações. Uma segunda convocatória promovida pela FCT e uma chamada no âmbito do Sistema de Apoio à Modernização e Capacitação da Administração Pública (SAMA2020) financiarão mais projetos em 2019. Estes 19 projetos em curso resultam da cooperação entre instituições científicas e entidades da Administração Pública e estão a ser desenvolvidos no âmbito do eixo de inovação da iniciativa INCoDe.2030 (Iniciativa Nacional de Competências Digitais). Abrangem diversas áreas da governação, como saúde, educação, transportes e mobilidade urbana, atividade económica e planeamento do uso do solo (AI Portugal 2030 p.32). Neste campo, o AI Portugal 2030 traça ainda objetivos e ações específicas.

Tabela 1

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Ações Específicas</b>
Facilitar o acesso aos dados administrativos por parte de unidades de investigação, entidades públicas e privadas, garantindo segurança e respeitando a privacidade dos dados pessoais.	Desenvolver uma Infraestrutura Nacional de Dados, gerida pelo INE, que funcionará como um repositório centralizado para dados administrativos.
Continuar a promover a colaboração entre entidades do setor público, empresas e unidades de investigação no uso da IA.	Prosseguir com o financiamento de projetos colaborativos entre o setor público e unidades de investigação para desenvolver soluções inovadoras de modernização administrativa.
Promover soluções novas e inovadoras para a simplificação administrativa.	Implementar iniciativas no âmbito do programa SIMPLEX.
Criar um Laboratório Colaborativo para Inteligência Artificial na Administração Pública.	Laboratório liderado por uma organização do setor público.
Reforçar as competências e capacidades do setor público em inteligência artificial e ciência de dados.	Fortalecer os programas de qualificação em IA e ciência de dados já existentes no setor público, em colaboração com instituições de ensino superior.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Garantir o uso ético da inteligência artificial na Administração Pública.	Incluir organizações do setor público no comité de ética para inteligência artificial.
---------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

*Nota.* Esta tabela representa os objetivos e ações específicas para o desenvolvimento da Administração pública. Em *AI Portugal 2030*, p.32.

# AI Act

### 4.1. A necessidade de regular a Inteligência Artificial

4.

O *AI Act* (Regulamento (UE) 2024/1689) é o primeiro quadro jurídico abrangente a nível mundial com o objetivo de regular o desenvolvimento, comercialização e utilização de sistemas de IA) na UE.

Aprovado pelo Parlamento Europeu a 13 de março de 2024 e em vigor desde 1 de agosto de 2024, o regulamento estabelece regras para garantir que a IA é desenvolvida e utilizada de forma segura, transparente e que respeita os direitos fundamentais, enquanto promove a inovação e a competitividade europeia.

O *AI Act* adota uma abordagem baseada no risco (considerando 27 do *AI Act*), classificando os sistemas de IA em quatro categorias (risco inaceitável, alto risco, risco limitado e risco mínimo), com obrigações específicas para cada uma. O objetivo principal do *AI Act* é promover uma IA confiável e centrada no ser humano, protegendo a saúde, a segurança e os direitos fundamentais dos cidadãos (como a privacidade, a não discriminação e a liberdade de expressão), enquanto posiciona a UE como líder global na regulação ética da IA. O regulamento aplica-se a todos os sistemas de IA comercializados ou utilizados na UE, independentemente da localização do fornecedor, e abrange sectores como a saúde, as finanças, a justiça, a administração pública e os transportes. Este regulamento visa reforçar o funcionamento do mercado interno, mediante o estabelecimento de um quadro jurídico harmonizado para o desenvolvimento, a comercialização, a entrada em operação e o uso de sistemas de IA na União Europeia. O objetivo é promover a adoção de sistemas de IA centrados no ser humano e confiáveis, em conformidade com os valores fundamentais da União Europeia.

O regulamento assegura um elevado nível de proteção para a saúde, segurança e direitos fundamentais consagrados na Carta dos Direitos Fundamentais da União Europeia, como a dignidade humana (artigo 1.º), a privacidade (artigo 7.º) e a não discriminação (artigo 21.º) e incluindo a promoção da democracia, do Estado de direito e da preservação ambiental. Visa ainda mitigar possíveis impactos prejudiciais dos sistemas de IA na UE, incentivando simultaneamente a inovação tecnológica.

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

Além disso, o regulamento garante a livre circulação transfronteiriça de bens e serviços baseados em IA, impedindo que os Estados-Membros imponham restrições injustificadas ao desenvolvimento, comercialização ou uso destes sistemas, salvo quando expressamente autorizado por este regulamento.

### **4.2. Fundamentação e bases do AI Act**

Ao analisar o AI Act, podemos perceber que o mesmo assenta em quatro dimensões principais: jurídica, ética, económica e tecnológica, que refletem a necessidade de responder aos desafios da IA numa era de transformação digital.

#### **4.2.1. Dimensão jurídica**

A base jurídica do AI Act, é essencial para compreender a legitimidade e o enquadramento legal do regulamento. Fundamenta-se nos tratados fundadores da UE, nomeadamente no Artigo 114 do TFUE, que permite a harmonização das legislações dos Estados-Membros para assegurar o funcionamento do mercado interno, garantindo o livre movimento de bens, serviços, pessoas e capitais, bem como a proteção dos consumidores e a concorrência justa. O Considerando 1 do AI Act explicita que o objetivo é "melhorar o funcionamento do mercado interno, estabelecendo um quadro jurídico uniforme para o desenvolvimento, a colocação no mercado, a entrada em serviço e a utilização de sistemas de inteligência artificial na União". Esta harmonização é crucial para evitar a fragmentação regulatória, que poderia surgir devido a legislações nacionais díspares, criando barreiras ao comércio e comprometendo a competitividade da UE no mercado global de IA, conforme sublinhado no Considerando 2, que alerta para o risco de "fragmentação do mercado interno e diminuição da proteção dos direitos fundamentais" na ausência de um quadro comum. Complementarmente, o Artigo 16 do TFUE, que regula a proteção de dados pessoais e o livre fluxo de dados, reforça a base jurídica, especialmente para sistemas de IA que processam dados pessoais, alinhando-se ao RGPD.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

O Considerando 17 do AI Act esclarece que o regulamento respeita as normas de proteção de dados, exigindo, por exemplo, avaliações de impacto para sistemas de alto risco (Artigo 9 do AI Act) e transparência para modelos de IA de propósito geral (Artigo 50 do AI Act). O regulamento alinha-se aos valores fundamentais da UE, previstos no Artigo 2 do Tratado da União Europeia (TUE), como a dignidade humana, liberdade e igualdade, e na Carta dos Direitos Fundamentais da UE, protegendo direitos como a privacidade (Artigo 7), a proteção de dados (Artigo 8) e a não discriminação (Artigo 21). O Artigo 5 do AI Act proíbe práticas inaceitáveis, como sistemas de pontuação social ou identificação biométrica em tempo real em espaços públicos, exceto em casos autorizados. O AI Act foi adotado pelo procedimento legislativo ordinário (Artigo 294 do TFUE), envolvendo a proposta da Comissão Europeia em 21 de abril de 2021 (206 final), aprovação pelo Parlamento Europeu e Conselho a 13 de março de 2024, publicação no JOUE em 12 de julho de 2024 e entrada em vigor em 1 de agosto de 2024, com aplicação gradual até 2026 (Artigo 85).

A sua aplicação extraterritorial, prevista no Artigo 2(1), abrange fornecedores e utilizadores fora da UE cujas saídas de IA afetem o mercado europeu, refletindo o "efeito Bruxelas" e reforçando a influência global da UE.

Em suma, a base jurídica do AI Act, ancorada no Artigo 114 do TFUE, complementada pelo Artigo 16 do TFUE e pelos valores do Artigo 2 do TUE, assegura a legitimidade do regulamento, promovendo um equilíbrio entre inovação tecnológica, harmonização do mercado interno e proteção dos direitos fundamentais.

### 4.2.2. Dimensão ética

Os princípios de IA confiável, estão contemplados nas *Guidelines for Trustworthy AI* de 2019 da União Europeia e na *Recommendation on the ethics of artificial intelligence* de 2021 da UNESCO.

Os princípios contemplados na *Guidelines for Trustworthy AI* e reforçados pelo *AI Act*, são fundamentais para garantir que sistemas de IA sejam desenvolvidos e utilizados de forma ética, tais como, a ação e supervisão humana; a solidez técnica e segurança; a privacidade e governação dos dados; a transparência; a diversidade, não discriminação e equidade; o bem-estar ambiental e social; e a responsabilização. (GPAN AI, 2019, p.3).

No campo da supervisão humana, os sistemas de IA devem operar sob supervisão humana para evitar decisões autónomas que possam causar danos. Por exemplo, em aplicações de

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

alto risco, como diagnósticos médicos ou decisões judiciais, a intervenção humana é essencial para validar resultados e mitigar erros. O *AI Act* exige que sistemas de alto risco (ex.: reconhecimento facial em tempo real) tenham mecanismos de supervisão claros.

Relativamente à transparência, os utilizadores devem entender como a IA toma decisões. O que significa que quando uma interação é com um sistema de IA (ex.: chatbots) e fornecer explicações compreensíveis sobre os processos decisórios a mesma deve ser divulgada. A falta de transparência pode gerar desconfiança, especialmente em setores como finanças ou saúde.

Relativamente à responsabilidade, este é o princípio que gera mais controvérsia, uma vez que os desenvolvedores e operadores de IA devem ser responsáveis pelos seus impactos. Isso implica rastreabilidade (saber quem é responsável por cada etapa do ciclo de vida da IA) e mecanismos para reparar danos, como em casos de discriminação algorítmica.

**Não Discriminação:** Sistemas de IA devem evitar preconceitos ou distorções que perpetuem desigualdades. Por exemplo, algoritmos de recrutamento podem discriminar com base em gênero ou etnia se treinados em dados históricos enviesados. O *AI Act* exige auditorias regulares para identificar e corrigir tais preconceitos.

**Segurança:** A IA deve ser robusta contra falhas técnicas e ataques maliciosos, como manipulações de dados ou *adversarial attacks*. Isso é crítico em sistemas como carros autônomos, onde falhas podem ser fatais.

A *Recommendation on the ethics of artificial intelligence* é uma recomendação que aborda questões éticas relacionadas com o domínio da Inteligência Artificial, na medida em que se enquadram no mandato da UNESCO. A ética da IA é abordada como uma reflexão normativa sistemática, baseada num quadro holístico, abrangente, multicultural e em evolução de valores, princípios e ações interdependentes que podem orientar as sociedades na gestão responsável dos impactos conhecidos e desconhecidos das tecnologias de IA nos seres humanos, nas sociedades, no ambiente e nos ecossistemas, oferecendo-lhes uma base para aceitar ou rejeitar tais tecnologias (UNESCO, 2021, p.10).

Esta recomendação estabelece quatro valores fundamentais que devem guiar o desenvolvimento e uso da IA, refletidos no *AI Act* em requisitos como auditorias e transparência.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Figura 1



*Nota.* Esta figura representa os quatro valores fundamentais que devem guiar o uso e desenvolvimento da IA. Em *Key facts UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence p.7*, de *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, 2023<sup>1</sup>. Reproduzido com permissão concedida no documento original na página 2.

A dignidade inerente e inviolável de cada ser humano constitui a base do sistema de direitos humanos e liberdades fundamentais, que é universal, indivisível, inalienável, interdependente e inter-relacionado. Assim, o respeito, a proteção e a promoção da dignidade e dos direitos humanos, conforme estabelecido pelo direito internacional, incluindo as leis de direitos humanos, são fundamentais durante todo o ciclo de vida dos sistemas de IA (UNESCO, 2021, p.18).

Primeiramente, nenhum ser humano ou comunidade deve sofrer danos ou ser subordinado, seja em termos físicos, económicos, sociais, políticos, culturais ou mentais, em qualquer fase do ciclo de vida dos sistemas de IA. Os sistemas devem melhorar a qualidade de vida das pessoas, sendo a definição de “qualidade de vida” flexível para indivíduos ou grupos, desde que não implique violações ou abusos dos direitos humanos, liberdades fundamentais ou da dignidade humana (UNESCO, 2021, p.18).

<sup>1</sup> Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385082.page=4>

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

As pessoas podem interagir com sistemas de IA ao longo do seu ciclo de vida e receber apoio, como cuidados para um grupo mais vulnerável, incluindo crianças, idosos, pessoas com deficiências ou em situações de vulnerabilidade. Nestas interações, nunca devem ser objetificados, ter a sua dignidade comprometida ou os seus direitos humanos e liberdades fundamentais violados (UNESCO, 2021, p.18).

Os direitos humanos e as liberdades fundamentais devem ser respeitados, protegidos e promovidos em todas as fases do ciclo de vida dos sistemas de IA. Governos, setor privado, sociedade civil, organizações internacionais, comunidades técnicas e universidades devem cumprir os instrumentos e marcos de direitos humanos nas suas intervenções nos processos relacionados aos sistemas de IA. As novas tecnologias devem oferecer meios inovadores para promover, defender e exercer os direitos humanos, nunca para os violar (UNESCO, 2021, p.19).

Durante todo o ciclo de vida dos sistemas de IA, é essencial assegurar o respeito, a proteção e a promoção da diversidade e da inclusão, em conformidade com o direito internacional, incluindo as leis de direitos humanos. O que pode ser alcançado por meio da promoção da participação ativa de todos os indivíduos ou grupos, independentemente de raça, cor, ascendência, género, idade, língua, religião, opinião política, nacionalidade, origem étnica ou social, condição económica, social, de nascimento, deficiência ou qualquer outra característica. As escolhas relacionadas com estilos de vida, crenças, opiniões, expressões ou experiências pessoais, incluindo a utilização opcional de sistemas de IA e a cocriação das suas arquiteturas, não devem ser limitadas em nenhuma fase do ciclo de vida desses sistemas (UNESCO, 2021, p.19).

Os intervenientes no desenvolvimento e utilização de sistemas de IA devem assumir um papel ativo e positivo para promover sociedades pacíficas e justas, fundamentadas num futuro interligado em benefício de todos, em conformidade com os direitos humanos e as liberdades fundamentais. O valor de viver em sociedades pacíficas e justas destaca o potencial dos sistemas de IA para contribuírem, ao longo do seu ciclo de vida, para a interconexão entre todos os seres vivos e o meio ambiente natural. Viver em sociedades pacíficas, justas e interligadas exige um vínculo de solidariedade orgânica, espontânea e desinteressada, caracterizado por uma busca contínua de relações pacíficas, orientadas para o cuidado com os outros e com o meio ambiente natural no seu sentido mais amplo.

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

Durante todo o ciclo de vida dos sistemas de IA, devem ser promovidos a paz, a inclusão, a justiça, a equidade e a interconectividade. Os processos destes sistemas não devem segregar, objetificar ou comprometer a liberdade, a tomada de decisão autónoma ou a segurança de indivíduos e comunidades, nem fomentar divisões ou conflitos entre pessoas e grupos, ou ameaçar a convivência harmoniosa entre humanos, outros seres vivos e o meio ambiente natural (UNESCO, 2021, p.20).

No campo da sustentabilidade, a prosperidade ambiental e dos ecossistemas deve ser valorizada, salvaguardada e incentivada ao longo de todo o ciclo de vida dos sistemas de IA. O meio ambiente e os ecossistemas são fundamentais para que a humanidade e outras formas de vida possam usufruir dos benefícios proporcionados pelos avanços da IA. Todos os intervenientes no ciclo de vida destes sistemas devem respeitar as legislações internacionais e nacionais relevantes, assim como as normas e práticas orientadas para a precaução, proteção e recuperação ambiental e para o desenvolvimento sustentável. Devem também reduzir o impacto ambiental dos sistemas de IA, incluindo a sua pegada de carbono, de modo a mitigar as alterações climáticas e os riscos ambientais, e evitar a exploração, utilização e transformação insustentáveis dos recursos naturais que contribuem para a degradação do meio ambiente e dos ecossistemas (UNESCO,2021, p.19).

### **4.2.3. Dimensão económica**

O AI Act, aprovado a 13 de março de 2024 e publicado a 12 de julho de 2024, estabelece um quadro normativo pioneiro para a conceção, implementação e utilização de sistemas de IA na UE. Este regulamento, que entrou em vigor a 1 de agosto de 2024, com uma abordagem baseada no risco, classifica os sistemas de IA em quatro categorias (risco inaceitável, elevado, limitado e mínimo) e impõe obrigações específicas que têm impactos económicos significativos.

O AI Act visa promover uma IA centrada no humano, de confiança, garantindo a proteção da segurança e dos direitos fundamentais, enquanto fomenta a inovação e a competitividade.

Dados de 2020 revelam que o investimento em IA na UE atingiu 10.715,8 milhões de euros, com 84% proveniente do setor privado, destacando-se as categorias de "Dados e Equipamentos" (37,3%) e "Investigação e Desenvolvimento" (35,5%). Contudo, este valor é significativamente inferior ao dos EUA (21.221,9 milhões de euros), evidenciando a disparidade de investimento. Em 2023, os EUA lideraram com 67,22 mil milhões de dólares,

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

enquanto países da UE, como a Alemanha (1,91 mil milhões) e França (1,69 mil milhões), apresentaram valores significativamente menores. Este cenário sublinha a necessidade de Portugal alinhar a sua Estratégia Nacional de IA (AI Portugal 2030) com o AI Act para impulsionar a competitividade económica (Barros, 2024).

A implementação do AI Act implica custos significativos para empresas e instituições, especialmente para sistemas de IA classificados de alto risco, que exigem medidas rigorosas de conformidade.

No contexto português, os principais custos incluem, os factos de sistemas de alto risco requerem dados de alta qualidade, representativos, implicando investimentos em infraestruturas de dados e processos de gestão. Para as pequenas e médias empresas (PME), que dominam o tecido empresarial português, estes requisitos podem representar uma carga financeira significativa.

O AI Act exige supervisão humana e explicações claras sobre o funcionamento dos sistemas de IA, o que implica custos com formação de pessoal e desenvolvimento de interfaces transparentes. Os sistemas de alto risco devem passar por avaliações de conformidade, frequentemente envolvendo terceiros, o que aumenta os custos operacionais. A complexidade regulatória pode desafiar as PME portuguesas, especialmente devido aos prazos curtos de transição (Barros, 2024). E por fim, a proteção contra ameaças cibernéticas e a garantia de robustez técnica dos sistemas de IA exigem investimentos em tecnologias avançadas e recursos humanos especializados, um desafio para empresas com recursos limitados.

### 4.2.4. Dimensão tecnológica

A base tecnológica do AI Act começa com a definição de sistema de IA. A definição de sistema de inteligência artificial (IA), conforme estabelecida no Artigo 3(1) do AI Act, constitui um ponto essencial no enquadramento regulatório, delineando o âmbito de aplicação da legislação, e diz-nos o artº 3 nº1 que, "Um sistema baseado em máquina que, para objetivos explícitos ou implícitos, infere, a partir dos dados de entrada fornecidos, como gerar saídas, tais como previsões, conteúdos, recomendações ou decisões, capazes de influenciar ambientes físicos ou virtuais, exibindo diferentes graus de autonomia e capacidade de adaptação após a sua implementação." Esta definição, incorpora conceitos técnicos fundamentais que refletem a complexidade e a diversidade dos sistemas de IA,

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

sendo essencial para a compreensão do alcance regulatório. Tais como o conceito de autonomia variável: Este conceito refere-se à capacidade de sistemas de IA operarem com diferentes níveis de independência face à intervenção humana. Abrange desde sistemas semiautónomos, como assistentes de decisão que apoiam processos humanos, até sistemas altamente autónomos, como veículos sem condutor. Esta autonomia é frequentemente suportada por técnicas como o (reinforcement learning), que permite a tomada de decisões em contextos dinâmicos, e por mecanismos que possibilitam adaptação contínua após a implementação.

O conceito de adaptabilidade, que é a capacidade de adaptação que distingue os sistemas de IA de softwares tradicionais, destacando a sua habilidade de aprender continuamente com novos dados. Esta característica é particularmente relevante para modelos fundacionais, como redes neurais em (deep learning).

E, por fim, o conceito de dados de entrada e saída, com foco nos "dados de entrada" (input data, Artigo 3(33) do AI Act) e nas saídas que influenciam ambientes físicos ou virtuais que enfatiza os impactos concretos dos sistemas de IA. Estes impactos manifestam-se, por exemplo, em decisões automatizadas em processos de recrutamento ou em sistemas de vigilância, onde as saídas geradas podem ter consequências significativas em contextos reais. Esta definição, ao integrar conceitos como autonomia, adaptabilidade e impacto, estabelece um quadro robusto para a regulação de sistemas de IA, refletindo a sua natureza multifacetada e os desafios associados à sua governação.

O AI Act também é fundamentado na necessidade de promover a competitividade e a inovação na UE, enquanto se protege o mercado interno. A UE pretende criar um ambiente regulatório harmonizado para evitar que regras nacionais divergentes fragmentem o mercado de IA, e possa ser protegido o mercado único digital (ponto (148) do AI Act), o que, beneficia empresas que operam em múltiplos Estados-Membros, incluindo as portuguesas. Por fim o AI Act lança um incentivo à inovação, uma vez que o regulamento inclui medidas para apoiar startups e PMEs, como sandboxes regulatórias (ambientes controlados para testar sistemas de IA) e financiamento através de programas como o Horizon Europe.

O objetivo é posicionar a UE como líder global em IA ética, competindo com os EUA e a China, que dominam o desenvolvimento tecnológico.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

### 4.3. Pontos fundamentais do AI ACT

Tabela 2

Nível de Risco	Descrição	Exemplos	Obrigações Principais
Inaceitável	Práticas que violam direitos fundamentais ou segurança pública; banidas imediatamente (aplicável desde 2 de fevereiro de 2025).	Manipulação comportamental subliminar; reconhecimento de emoções em locais de trabalho/escolas; biometria em tempo real para vigilância; pontuação social.	Proibição total; multas até 7% do faturamento global anual (Arts 5 e 101 do AI Act).
Alto	Sistemas que criam risco significativo à saúde, segurança ou direitos fundamentais; sujeitos a avaliação de conformidade.	IA em dispositivos médicos, brinquedos, veículos; recrutamento automatizado; avaliação de crédito; deteção de fraudes em serviços públicos.	Requisitos rigorosos; registo em base de dados da UE (Artigo 6(2) do AI Act).
Limitado	Sistemas que interagem diretamente com humanos, exigindo clareza sobre sua natureza de IA.	Chatbots; deepfakes; geradores de texto/imagem.	Marcação clara de conteúdo gerado por IA; consentimento informado para interações (Artigo 52 do AI Act).
Mínimo	A maioria dos sistemas de IA; sem obrigações específicas, mas sujeitos a supervisão geral.	Filtros de spam; assistentes de voz simples.	Autoavaliação voluntária; conformidade com leis existentes (ex.: direitos do consumidor) (Artigo 6(1) do AI Act).

*Nota.* Esta tabela representa os níveis de risco, bem como uma descrição, exemplos e obrigações, presente no AI Act.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Provedores de sistemas de alto risco, definidos como aqueles presentes no Anexo III do AI Act, abrangendo áreas como educação, emprego, acesso a serviços essenciais, aplicação da lei, migração, administração de justiça e infraestrutura crítica ex vi Artigo 6(2) do AI Act, devem cumprir um conjunto de requisitos para mitigar potenciais danos, integrando princípios de IA confiável ao longo do ciclo de vida do sistema (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019/2024). Esses requisitos, detalhados nos Artigos 8 a 15, são projetados para prevenir erros algorítmicos, falhas de segurança e violações de direitos humanos, alinhando-se às normas de gestão de riscos de produtos da UE (Anexo I).

No âmbito da gestão de riscos, os provedores devem estabelecer um plano de gestão de riscos contínua, identificando, analisando e mitigando riscos previsíveis desde a concepção até à eliminação do sistema, incluindo monitorização pós-mercado e atualizações para novas ameaças emergentes, ex vi Artº 9 do AI Act. Isto implica avaliações iterativas baseadas em evidências, com relatórios anuais para autoridades de vigilância.

Na prática, para um sistema de recrutamento automatizado, poderia incluir testes de stresse para detetar discriminação de género em currículos processados (Comissão Europeia, 2025, seção 2.1).

Já os dados de alta qualidade, os conjuntos de dados de treino devem ser relevantes, representativos, completos, precisos e livres de erros ou erros sistemáticos que possam levar a discriminação, com documentação detalhada sobre fontes e métodos de processamento ex vi artigo 10 do AI Act.

Os provedores são obrigados a mitigar vicissitudes por meio de técnicas como oversampling de subgrupos minoritários ou validação cruzada. No contexto de avaliação de crédito bancário, por exemplo, exige anonimização de dados sensíveis para evitar perpetuar desigualdades socioeconómicas, harmonizado com o RGPD (Artigo 5(1)(a)) (Comissão Europeia, 2021, p. 62).

A manutenção de um dossiê técnico abrangente, incluindo especificações funcionais, relatórios de testes, logs de desenvolvimento e instruções de uso, acessível para auditorias por até 10 anos após o fim da comercialização ex vi Artº 11 do AI Act. Esse dossiê deve ser atualizado continuamente e compartilhado com implantadores e autoridades. Para veículos autônomos de alto risco, isso envolveria registos de simulações de acidentes potenciais.

Os produtores devem fornecer instruções claras sobre capacidades, limitações e suposições do sistema, permitindo que implementadores avaliem os impactos nos direitos fundamentais, especialmente em serviços públicos, ex vi arts 13 e 27 do AI Act.

## Impacto nos acidentes de trabalho

### 5.1. Segurança e saúde no local de trabalho

5. A integração de sistemas baseados em robótica avançada e inteligência artificial (IA) tem transformado profundamente a concepção e a execução do trabalho humano, com implicações significativas tanto para a produtividade organizacional como para a segurança e saúde no trabalho (SST). Estes sistemas, que podem ser incorporados, como no caso de robôs físicos, ou não incorporados, como em aplicações inteligentes, possuem a capacidade de realizar tarefas físicas e cognitivas com elevado grau de autonomia, visando alcançar objetivos específicos. Esta transformação é particularmente notória na otimização de processos laborais, permitindo a remoção de trabalhadores de ambientes ou tarefas perigosas, a redução de riscos ocupacionais e a melhoria da eficiência operacional - por exemplo, sistemas de robótica e IA podem assumir tarefas repetitivas, de alto risco ou pouco criativas, frequentemente associadas a riscos tradicionais e emergentes em SST, libertando os trabalhadores para se dedicarem a atividades de maior valor acrescentado, mais criativas e menos perigosas (Livro Verde SST, 2024).

Contudo, a adoção destes sistemas no ambiente laboral também introduz desafios significativos no domínio da SST. A interação entre trabalhadores e sistemas baseados em IA pode gerar riscos, como colisões inesperadas devido a falhas na perceção ou controlo dos sistemas, ou a dependência excessiva destes por parte dos trabalhadores, o que pode comprometer a segurança. Além disso, aspetos psicossociais e organizacionais, como o stress relacionado com a adaptação a novas tecnologias, a perceção de perda de controlo ou a redefinição de papéis laborais, emergem como questões críticas. Estes desafios exigem uma análise cuidadosa para garantir que a implementação de robótica avançada e IA promova benefícios sustentáveis sem comprometer o bem-estar dos trabalhadores (Livro Verde SST, 2024).

A investigação contemporânea nesta área tem destacado tanto as oportunidades como os riscos associados à automatização de tarefas físicas e cognitivas através de sistemas baseados em IA. Entre as oportunidades, salientam-se o aumento da produtividade, a redução de acidentes laborais e a melhoria da qualidade de vida no trabalho. No entanto, os desafios incluem a necessidade de desenvolver interfaces humano-máquina seguras e eficazes, bem como de fomentar a confiança dos trabalhadores nestes sistemas.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Questões como a fiabilidade dos sistemas, a transparência nas decisões autónomas e a formação adequada dos trabalhadores para interagirem com estas tecnologias são cruciais para mitigar riscos e maximizar benefícios (Livro Verde SST, 2024 p.77).

A emergência de sistemas digitais inteligentes tem revolucionado a abordagem à segurança e saúde no trabalho (SST), introduzindo novas ferramentas destinadas a monitorizar e melhorar as condições laborais. Estes sistemas abrangem uma vasta gama de tecnologias, incluindo aplicações para smartphones, dispositivos integrados em vestuário, câmaras de monitorização móveis, drones, óculos inteligentes, aplicações baseadas em tecnologias de informação e comunicação (TIC) e equipamentos de proteção individual (EPI) inteligentes. Estas soluções têm como objetivo principal reforçar a segurança e o bem-estar dos trabalhadores, através da monitorização de parâmetros relacionados com o desempenho humano, como funções biomecânicas, atividade física ou sinais fisiológicos (Livro Verde SST, 2024, p.77).

Mais recentemente, a inovação tem-se estendido à monitorização ativa da saúde mental, com sistemas projetados para detetar e gerir estados psicológicos, como stress, emoções ou outros indicadores mentais. Tecnologias como a deteção de ondas cerebrais, biofeedback e modelos avançados de interação humano-máquina permitem uma abordagem mais holística à SST, indo além dos riscos físicos tradicionais e considerando os fatores psicossociais que impactam o bem-estar dos trabalhadores. Estas ferramentas possibilitam a identificação precoce de potenciais problemas de saúde mental, promovendo intervenções proativas e personalizadas (Livro Verde SST, 2024, p.77).

A investigação atual nesta área tem-se centrado na análise das oportunidades e desafios associados ao design, implementação e utilização destes sistemas digitais inteligentes no contexto laboral. Entre as oportunidades, destaca-se a capacidade de melhorar a prevenção de acidentes, otimizar a ergonomia no local de trabalho e promover a saúde mental, contribuindo para ambientes laborais mais seguros e saudáveis. No entanto, diversos desafios emergem, incluindo questões relacionadas com a privacidade dos dados, a aceitação dos trabalhadores face à monitorização contínua e a necessidade de garantir a fiabilidade e a precisão destes sistemas. Além disso, a integração destas tecnologias exige formação adequada dos trabalhadores e uma adaptação das práticas organizacionais, de modo a assegurar que os benefícios superem os potenciais riscos (Livro Verde SST, 2024, p.76).

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

Em síntese, os sistemas digitais inteligentes representam um avanço significativo na promoção da SST, oferecendo ferramentas inovadoras para monitorizar e gerir tanto os riscos físicos como psicossociais no ambiente de trabalho. Contudo, a sua implementação requer uma abordagem cuidadosa, que contemple os desafios éticos, técnicos e organizacionais, assegurando que estas tecnologias sejam utilizadas de forma responsável e eficaz. A investigação futura deverá continuar a explorar formas de otimizar o design e a aplicação destes sistemas, promovendo a sua integração harmoniosa nos contextos laborais e maximizando o seu impacto positivo na saúde e segurança dos trabalhadores.

A evolução tecnológica tem permitido o desenvolvimento de uma vasta gama de sensores capazes de monitorizar diversas variáveis relevantes para a segurança e saúde no trabalho (SST). Estes sensores incluem dispositivos para deteção de movimento, gestos e posição, monitorização de temperatura corporal, sinais vitais (como frequência cardíaca, respiração e pressão arterial), localização, interação, condições ambientais (como temperatura do ar, luz ultravioleta, pressão atmosférica, ruído e gases) e deteção de objetos circundantes. A integração destes sensores em EPI's tem-se tornado uma prática cada vez mais comum, representando uma abordagem inovadora e altamente eficaz para reforçar a proteção dos trabalhadores, mitigar riscos laborais e prevenir acidentes e doenças ocupacionais. Diferentemente dos EPI convencionais, cuja função primordial é proteger o utilizador contra riscos específicos à saúde e segurança no ambiente de trabalho, os EPI's inteligentes combinam a proteção tradicional com funcionalidades avançadas proporcionadas por sensores. Estas funcionalidades incluem a monitorização contínua de parâmetros de saúde, a emissão de alertas em tempo real, a disponibilização de dados sobre localização específica, a melhoria da comunicação e a deteção proativa de situações de risco. Por exemplo, os sensores integrados podem alertar para condições ambientais perigosas, identificar sinais vitais anómalos ou detetar a proximidade de objetos que representem perigo, contribuindo para uma resposta mais rápida e eficaz face a potenciais incidentes. A incorporação de sensores em EPI inteligentes não só amplia a capacidade de proteção, como também promove uma abordagem preventiva e baseada em dados, permitindo a antecipação de riscos e a implementação de medidas corretivas em tempo útil. Esta inovação tem o potencial de transformar os ambientes laborais, tornando-os mais seguros e adaptados às necessidades dos trabalhadores.

### 5.2. Equipamentos de proteção individual com IA

A implementação de EPIs inteligentes e conectados destaca-se como uma prioridade nas investigações atuais, face aos desafios presentes e futuros relacionados com a Segurança e Saúde no Trabalho (SST). Diversos autores têm enfatizado a necessidade de novas ferramentas para antecipar e adaptar-se a um futuro incerto, sublinhando a importância da aceitação pelos utilizadores e da criação de confiança na adoção de soluções baseadas na Internet das Coisas (IoT), especialmente em setores industriais mais tradicionais, como a construção. Recentemente, Li et al. (2022) destacaram o potencial de tecnologias avançadas, como a realidade mista e aplicações móveis baseadas na nuvem, na formação e educação em SST. Estes estudos sugerem que a adoção de EPIs inteligentes e conectados pode ser uma estratégia promissora para responder aos desafios em constante evolução no domínio da SST.

#### 5.2.1. Prós

Os EPI's integrados com IA oferecem benefícios significativos na segurança do trabalho, utilizando sensores, algoritmos de aprendizagem automática e conectividade para monitorizar riscos em tempo real, melhorar a conformidade e prevenir acidentes.

A monitorização e alertas em tempo real, permite que os EPIs com IA detetem imediatamente inconformidades, como a ausência de capacetes ou coletes, através de câmaras e sensores conectados a sistemas de IA. Estes dispositivos emitem alertas automáticos para trabalhadores e gestores, reduzindo a necessidade de supervisão manual e aumentando a segurança em ambientes como a construção civil ou a indústria. "Tomemos o exemplo de uma queda. Nesta situação, um dispositivo vestível inteligente deteta a súbita e drástica redução da distância do trabalhador em relação ao solo e a alteração na frequência cardíaca. Em seguida, alerta o local de trabalho, acionando uma configuração de emergência através da rede conectada ou contactando serviços de emergência e paramédicos. Como resultado, as equipas são informadas do incidente em menos tempo, aumentando as probabilidades de evitar o agravamento da lesão." (Ye, 2024)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> disponível em: <https://www.enhesa.com/resources/article/why-think-twice-about-smart-personal-protective-equipment/>

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Já na prevenção avançada de acidentes, a integração de IA em EPIs possibilita a detecção de riscos específicos, como quedas, exposição a ruídos excessivos ou fadiga, através de sensores que monitorizam sinais vitais ou condições ambientais. Esta capacidade é crucial em setores de alto risco, como a indústria mineira ou a saúde. Um estudo realizado nos EUA revela que, “Existe a necessidade de reduzir o elevado número de fatalidades registadas nos últimos anos em ambientes de trabalho. Diversas indústrias, como a construção, a indústria mineira ou a eletricidade, começaram a investir na melhoria da segurança dos seus trabalhadores, integrando novas tecnologias ou “tecnologias inteligentes” no ambiente laboral. Estas tecnologias são responsáveis por monitorizar e proteger os indivíduos numa área de trabalho. A integração destes sistemas visa criar um ecossistema de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para preservar a integridade dos trabalhadores. Estes equipamentos devem ser adaptados às necessidades dos trabalhadores, proporcionando proteção sem os impedir de realizar as suas tarefas normalmente. Este aspeto é crucial para uma aplicação eficaz dos sistemas, uma vez que um dispositivo desconfortável ou volumoso desencorajaria os trabalhadores de o utilizarem. Portanto, a tecnologia mais adequada a estes requisitos é a tecnologia vestível, que permite ser usada como um acessório ou peça de vestuário” (Márquez-Sánchez S, Campero-Jurado I, Herrera-Santos J, Rodríguez S, Corchado JM, 2021).<sup>3</sup>

Permite também uma melhoria na formação e conformidade, uma vez que a IA facilita a formação de trabalhadores, guiando-os no uso correto de EPIs, como máscaras ou luvas, através de feedback em tempo real ou realidade aumentada. Isto é particularmente útil em áreas como a saúde, onde a colocação adequada de EPIs é crítica. Um estudo americano publicado na ScienceDirect diz que no caso em apreço os “Equipamentos de proteção individual (EPI) são uma precaução de primeira linha baseada na transmissão para reduzir a propagação de infeções nosocomiais entre profissionais de saúde, pacientes e outros funcionários.” (Veronica Preda, Zehurn Ong, Chandana Wijeweera, Terence Carney, Robyn Clay-Williams, Denuka Kankanamge, Tamara Preda, Ioannis Kopsidas, Michael Keith Wilson, 2025, p. 678-684). Mais recentemente, houve uma mudança para intervenções baseadas na prevenção primária em ambientes de cuidados de saúde, “usando plataformas baseadas em IA, devido à sua relativa facilidade de validação, abordagem prospetiva e menor custo de implementação. Há uma abundância de evidências da eficácia de métodos baseados

---

<sup>3</sup> disponível em: [pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov).

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

em IA para avaliação e detecção de conformidade correta com EPI, no entanto, a maior parte da literatura atual existe no contexto da construção e do setor industrial com relativa inércia na literatura para aplicar essa tecnologia no contexto de cuidados de saúde. Plataformas de formação em EPI baseadas em IA são uma abordagem baseada na prevenção primária que pode utilizar grandes conjuntos de dados para identificar eficazmente falhas técnicas dos utilizadores, permitindo a remediação oportuna e a repetição subsequente de tarefas.

A plataforma Surgical XR AI-PPE (SXR AI-PPE) é uma das plataformas que utiliza IA e visão computacional para analisar e avaliar a colocação e remoção de EPI pelos utilizadores. O sistema possui dois modos: um modo guiado, que oferece um guia passo a passo do processo de colocação/remoção de EPI, ideal para aqueles que não estão familiarizados com os protocolos de EPI ou que precisam de uma atualização, e um modo não guiado, projetado para utilizadores mais experientes, proporcionando uma avaliação mais rápida e simplificada. O SXR AI-PPE também fornece feedback em tempo real sobre o desempenho do utilizador, ajudando a identificar e remediar erros do utilizador prontamente para uma técnica aprimorada. E este estudo demonstra que "sistemas de IA aplicados a 293 profissionais de saúde alcançaram 100% de precisão no uso de EPIs após duas sessões de treino" (Veronica Preda, Zehurn Ong, Chandana Wijeweera, Terence Carney, Robyn Clay-Williams, Denuka Kankanamge, Tamara Preda, Ioannis Kopsidas, Michael Keith Wilson, 2025, p. 678-684)<sup>4</sup>.

Por fim permitem uma personalização e previsão de riscos, uma vez que, os EPIs com IA podem adaptar-se às necessidades individuais dos trabalhadores, monitorizando métricas como fadiga ou stress através de dados biométricos, e prever riscos específicos. Os "wearables com IA personalizam a proteção, alertando para riscos individuais com base em dados em tempo real" ((Márquez-Sánchez S, Campero-Jurado I, Herrera-Santos J, Rodríguez S, Corchado JM, 2021).

### 5.2.2. Contras

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) com Inteligência Artificial (IA) oferecem inovações significativas para a segurança no trabalho, mas enfrentam desafios técnicos, éticos e económicos que podem limitar a sua adoção generalizada. No âmbito técnico, os sistemas de IA para EPIs dependem de algoritmos de visão computacional que podem apresentar falhas em condições adversas, como iluminação inadequada, ângulos de câmara

---

<sup>4</sup> disponível em: [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

desfavoráveis ou ambientes com poeira e fumo, comuns em setores como construção civil e indústria mineira.

Um estudo sistemático revelou que sistemas de visão computacional para detecção de EPIs em canteiros de obras enfrentam dificuldades em cenários reais, com taxas de falsos negativos que variam entre 15% e 20% em condições de baixa visibilidade ou oclusões, devido à variabilidade ambiental e à complexidade de detetar itens ocluídos ou em movimento rápido (Li et al., 2023).

Além disso, erros algorítmicos na detecção de EPIs, como a falha na identificação de capacetes em ambientes dinâmicos de construção, podem levar à não detecção de violações de segurança, aumentando o risco de acidentes graves, especialmente em contextos com múltiplas atividades simultâneas (Santos & Almeida, 2022). A manutenção constante de hardware, como câmaras e sensores, também pode interromper operações, particularmente em ambientes industriais de grande escala. Do ponto de vista ético, a monitorização contínua de trabalhadores por sistemas de IA levanta preocupações significativas com a privacidade, especialmente em setores com regulamentações menos rigorosas do que o setor da saúde. Nos Estados Unidos, a ausência de uma lei federal abrangente de proteção de dados, como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) da Europa, aumenta os riscos de uso indevido de dados biométricos e de vídeo. Um relatório alertou que sistemas de vigilância baseados em IA, como os usados para monitorar EPIs, podem ser explorados para rastrear movimentos e comportamentos dos trabalhadores, violando direitos de privacidade e expondo dados sensíveis a abusos corporativos (Electronic Privacy Information Center [EPIC], 2024).

Adicionalmente, a Cybersecurity and Infrastructure Security Agency (CISA) reportou que sistemas de IA em ambientes industriais foram alvos de ciberataques, com mais de 25% das empresas americanas relatando incidentes de segurança de dados em 2024, incluindo vazamentos de vídeos de monitorização de EPIs que revelam locais e horários de funcionários (Cybersecurity and Infrastructure Security Agency [CISA], 2024). Outro desafio ético está relacionado com o potencial de algoritmos de IA perpetuarem vieses, caso sejam treinados em conjuntos de dados não representativos, resultando em avaliações inconsistentes de conformidade com EPIs. Um estudo destacou que modelos de detecção de EPIs frequentemente apresentam menor precisão na identificação de itens em trabalhadores de minorias raciais, com taxas de erro até 20% superiores para indivíduos não caucasianos em cenários de construção, devido a dados de treino enviesados (Encord, 2023). A adoção

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

de sistemas de IA para EPIs também enfrenta resistência por parte de trabalhadores e gestores devido a preocupações com vigilância excessiva e perda de autonomia. Um estudo revelou que cerca de 35% dos trabalhadores americanos em setores como construção e manufatura sentem desconforto com sistemas de IA que monitoram o seu desempenho, temendo uma “cultura de vigilância” que corrói a confiança e aumenta o stress laboral (Smith & Johnson, 2023).

A falta de transparência sobre os critérios de avaliação dos algoritmos pode intensificar a desconfiança, especialmente se os trabalhadores não compreenderem como a conformidade é avaliada. A *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) destacou que a introdução de tecnologias de IA sem formação adequada pode gerar resistência organizacional, reduzindo a adesão e comprometendo os benefícios esperados em segurança (OSHA, 2024).

Por fim, do ponto de vista económico, a implementação de sistemas de IA para EPIs exige investimentos significativos em infraestrutura, formação e manutenção, o que pode ser proibitivo para pequenas e médias empresas. Um relatório estimou que o custo inicial para instalar sistemas de monitorização de EPIs baseados em IA num canteiro de obras médio nos EUA varia entre 100.000 e 500.000 dólares, excluindo despesas recorrentes com atualizações e suporte técnico (National Safety Council, 2024). Além disso, a integração desses sistemas com infraestruturas existentes, como câmaras de segurança e redes de TI, pode ser complexa e demorada. Um estudo apontou que cerca de 60% das empresas americanas que tentaram implementar IA para segurança no trabalho enfrentaram atrasos devido à falta de pessoal qualificado para gerenciar a tecnologia e validar os modelos em ambientes reais (Wang., 2023).

### 5.2.3. Casos reais

O Backy™, desenvolvido pela TACNIQ, é um kit de demonstração vestível com inteligência artificial, concebido para monitorizar e otimizar a ergonomia no ambiente de trabalho, com enfoque na prevenção de lesões nas costas e posturas de risco, particularmente em setores como logística, manufatura e construção, onde as lesões musculoesqueléticas são prevalentes e geram custos significativos devido ao absentismo (TACNIQ, 2025).

Com um preço inicial de 199 dólares na pré-venda, sem taxas mensais obrigatórias, o Backy™ é acessível e direcionado a empresas, oferecendo um sistema completo que

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

transcende um simples sensor. O dispositivo vestível, provavelmente um cinto ou adesivo compacto, integra acelerómetros, giroscópios e, potencialmente, tecnologia de visão computacional para captar dados de movimento com elevada precisão (Backy™ Technical Specifications, 2025).

Estes dados são processados por um software de análise baseado em algoritmos de machine learning, acessível através de uma aplicação ou painel de controlo, que deteta posturas inadequadas, como inclinações lombares superiores a 45° ou torções torácicas excessivas, fornecendo relatórios personalizados e métricas detalhadas, como uma redução de 67% em posturas de alto risco numa semana, conforme demonstrado num estudo de caso com uma empresa de logística (TACNIQ, Case Study, 2025). A prevenção proativa é o cerne do sistema, uma vez que em vez de reagir a lesões, o Backy™ intervém em tempo real com vibrações, alertas sonoros ou notificações na aplicação para corrigir hábitos de postura imediatamente.

As capacidades de análise aprofundada do Backy™ são uma das suas principais forças, indo muito além da simples monitorização. Em tempo real, deteta instantaneamente riscos ergonómicos, integrando-se com outros dispositivos vestíveis, como relógios inteligentes, para criar um ecossistema completo, reduzindo posturas de risco em 67% numa semana, com métricas como frequência de movimentos repetitivos e ângulos corporais (TACNIQ Case Study, 2025). A nível histórico, o sistema gera relatórios semanais ou mensais com painéis visuais, incluindo gráficos de tendências e mapas de calor de risco por zona corporal, utilizando machine learning para prever lesões futuras, como “30% de risco de lesão se o funcionário mantiver a postura por mais 2 horas” (TACNIQ, 2025).

Para equipas, agrega dados anónimos, identificando padrões corporativos, como “o setor de armazém apresenta 40% mais riscos que o de montagem” (TACNIQ, 2025). O Backy™ é compatível com ferramentas de recursos humanos, como sistemas de gestão de saúde ocupacional, através de integração via API com plataformas como Workday ou ERPs personalizados, oferecendo conformidade com as normas de privacidade GDPR e HIPAA, com dados processados localmente numa nuvem segura (Backy™ Technical Specifications, 2025). O modo de Prova de Conceito (POC) gratuito permite testes em ambientes reais, personalizando análises ao fluxo de trabalho da empresa, reforçando a sua versatilidade e potencial para transformar a saúde ocupacional (TACNIQ, 2025).

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

Apesar de não ser um equipamento de proteção individual que os trabalhadores possam utilizar no dia a dia de trabalho como os dispositivos que são físicos, um anúncio, publicado a 1 de fevereiro de 2024, descreve que a *Zelim*, uma empresa do Reino Unido, focada em procurar soluções inovadoras para buscas e salvamentos no mar e para isso, está a estabelecer uma parceria com a *Ocean Winds* (OW), uma companhia internacional dedicada à energia eólica offshore, formada por uma *joint venture* entre a EDP Renováveis e a ENGIE. Esta colaboração visa realizar um projeto piloto para avaliar o software ZOE, uma tecnologia baseada em inteligência artificial (IA) desenhada para detetar pessoas caídas na água, bem como identificar e monitorizar embarcações e outros objetos em tempo real, mesmo em condições marítimas adversas.

No âmbito desta parceria, a *Zelim* irá monitorizar continuamente os feeds de vídeo ao vivo do ZOE, utilizando câmaras instaladas em duas fundações de turbinas do projeto WindFloat Atlantic, gerido pela *Ocean Winds*. Este teste permitirá otimizar os modelos de deteção da IA, enquanto demonstra a sua eficácia. O ZOE será responsável por identificar pessoas e objetos nas águas próximas às turbinas, emitindo alertas imediatos para o centro de controlo de operações e manutenção caso ocorra uma queda ao mar ou a aproximação de uma embarcação externa. Esta funcionalidade reforça a segurança dos técnicos e a proteção dos ativos do parque eólico. Ao validar esta tecnologia, o ZOE contribuirá para a eficiência operacional do local, oferecendo uma camada adicional de segurança e saúde ocupacional (*Ocean Winds*, 2024)<sup>5</sup>.

Doug Lothian, diretor tecnológico da *Zelim*, afirmou que, “Localizar alguém em perigo no mar depende muitas vezes da sorte, sobretudo devido a fatores como ondas, espuma, escuridão e correntes rápidas. A isso juntam-se as limitações da visão humana e da capacidade de concentração. Nos últimos três anos, desenvolvemos o ZOE para garantir maior fiabilidade nas buscas, mesmo em condições extremas. Consideramos o ZOE uma rede de proteção em torno dos ativos offshore, capaz de detetar rapidamente uma pessoa na água e enviar alertas imediatos, facilitando um resgate célere e eficaz. Estamos

---

<sup>5</sup> Anuncio publicado em: <https://www.oceanwinds.com/news/uncategorized/ocean-winds-and-zelim-join-forces-to-enhance-safety-at-floating-offshore-wind-farmswith-an-innovative-ai-person-overboard-and-object-detection-technology/>

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

entusiasmados por colaborar com a Ocean Winds para estabelecer um novo padrão de segurança para trabalhadores offshore.” (Ocean Winds, 2024).

Elena Caja, Diretora de HSSEQ da Ocean Winds, declarou que, “Como empresa exclusivamente focada na energia eólica offshore, gerindo mais de 1,5 GW a nível global, a segurança e a saúde dos nossos trabalhadores e comunidades são a nossa prioridade. Com uma abordagem voltada para a inovação, trabalhamos em conjunto com parceiros para explorar tecnologias pioneiras que façam a diferença. Estamos muito entusiasmados com este projeto e aguardamos com expectativa os seus resultados, bem como a possibilidade de implementar esta solução nos nossos projetos em operação ou em fase de construção.” (Ocean Winds, 2024).

A ZOE será responsável por detetar pessoas e objetos nas águas circundantes das turbinas, enviando alertas diretos ao centro de controlo de operações e manutenção em caso de queda de uma pessoa ao mar ou da aproximação de uma embarcação externa à central eólica offshore flutuante, aumentando a segurança dos técnicos e dos ativos. O WindFloat Atlantic é composto por três plataformas, cada uma suportando uma turbina Vestas de 8,4 MW, ancoradas com correntes ao fundo do mar e ligadas à subestação em terra no município português de Viana do Castelo por um cabo de 20 quilómetros (Memija,2024)<sup>6</sup>.

### 5.3. Responsabilidade no caso de falha dos equipamentos

Os sistemas de IA, frequentemente descritos como “caixas negras” devido à sua complexidade interna, dificultam a deteção de erros pelos utilizadores e a recolha de provas pelas vítimas de acidentes. Para responder a estes desafios, a União Europeia (UE) propôs revisões aos quadros de responsabilidade civil, com o objetivo de facilitar a prova de causalidade e o acesso a provas, garantindo maior proteção às vítimas de danos causados por IA.

As características únicas dos sistemas de inteligência artificial (IA) tornam complexa a identificação do responsável por eventuais danos. O desenvolvimento e a implementação da IA envolvem diversos intervenientes, como fabricantes de hardware, programadores de software e responsáveis pelo treino de dados, o que gera uma dispersão de responsabilidades,

---

<sup>6</sup> Artigo disponível em: <https://www.offshorewind.biz/2024/02/02/new-pilot-project-looking-to-save-lives-by-using-ai-tech/>

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

frequentemente designada como o “problema das muitas mãos”. Esta situação pode levar a que ninguém, ou apenas o interveniente na posição mais baixa da cadeia de comando, seja responsabilizado por um dano. Além disso, conforme observado por Filippo Santoni de Sio e Giulio Mecacci, a opacidade dos resultados gerados por estes sistemas pode dificultar o cumprimento das condições tradicionais para a imputação de responsabilidade moral e legal, nomeadamente a intenção, a previsibilidade e o controlo.

Em 2017, o Parlamento Europeu analisou a criação de um fundo de compensação para acidentes, que se aplicaria a todos os robôs inteligentes, autónomos e adaptativos, ou a categorias específicas de robôs. Este fundo seria financiado por fabricantes, programadores, proprietários e utilizadores de sistemas robóticos, sendo utilizado para indemnizar vítimas em caso de acidente. A proposta sugeria ainda que os contribuintes para o fundo teriam uma responsabilidade limitada em caso de acidente. Uma das principais vantagens desta proposta era garantir a compensação às vítimas, evitando a difícil tarefa de identificar o responsável pelo acidente.

Contudo, é necessário ponderar cuidadosamente o equilíbrio entre a contribuição para o fundo e a responsabilidade, uma vez que isentar fabricantes, programadores e outros de responsabilidade apenas pela sua contribuição financeira poderia desincentivar a adoção proativa de medidas de segurança nos produtos de IA.

De forma controversa, a proposta de 2017 também sugeriu explorar a criação de um estatuto jurídico próprio ou “personalidade eletrónica” para robôs. Esta ideia gerou forte oposição, com críticas de que os fabricantes estariam a tentar eximir-se de responsabilidades, levando ao abandono das propostas de criação de personalidade eletrónica e do fundo de compensação. O debate sobre quem deve ser legalmente responsável por acidentes envolvendo IA não pode, nem deve, ocorrer de forma isolada. É essencial adaptar o direito da responsabilidade civil extracontratual (tort law), que constitui a base tradicional para litígios relacionados com acidentes, de modo a incentivar produtores, fabricantes e utilizadores a desenvolverem produtos de IA mais seguros e a garantir que as vítimas de acidentes com IA possam ser indemnizadas.

A União Europeia tem estado na vanguarda das reformas jurídicas destinadas a adaptar os enquadramentos legais ao contexto digital, oferecendo lições valiosas para outras jurisdições. Entre os avanços mais significativos estão a redução do ónus da prova para as vítimas e a facilitação do acesso a provas.

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

O desenvolvimento e a implementação responsáveis da IA exigem justiça e responsabilização para as vítimas de acidentes causados por esta tecnologia. Estes objetivos só podem ser alcançados se as complexidades jurídicas associadas a esta tecnologia em rápida evolução forem devidamente enfrentadas (Vasudonav,2023).

Quando a IA contribui para ou não impede um acidente no local de trabalho, a determinação da responsabilidade torna-se complexa devido à natureza técnica da tecnologia e à multiplicidade de partes envolvidas. Os principais desafios incluem, a difusão de responsabilidade, uma vez que a multiplicidade de intervenientes, programadores, fabricantes, fornecedores de dados e empregadores, dificulta a identificação do responsável. Por exemplo, se um robô com defeito causar um ferimento a um trabalhador, pode ser difícil determinar se a culpa recai sobre o programador (por erros de código), o empregador (por má implementação) ou o fornecedor de dados (por dados de treino inadequados). A natureza opaca dos sistemas de IA complica a prova de intenção ou previsibilidade (Vasudonav, 2023).

Tradicionalmente, acidentes laborais são tratados sob a responsabilidade do empregador ou sistemas de compensação de trabalhadores, baseados na negligência.

A IA introduz a possibilidade de responsabilidade por produtos defeituosos, onde a responsabilidade estrita pode ser aplicada sem necessidade de provar culpa. Por exemplo, se um monitor de segurança baseado em IA falhar devido a um erro de software, o fabricante pode ser responsabilizado, aumentando os riscos financeiros para os fornecedores e potencialmente desacelerando a adoção de IA (Rejcek, 2017).

A natureza “caixa negra” da IA dificulta a prova de causalidade em reclamações legais. Se um algoritmo de armazém priorizar a velocidade em detrimento da segurança, demonstrar por que falhou na deteção de um risco é desafiador. Os tribunais podem necessitar de testemunhos especializados para analisar os processos de IA, aumentando os custos e a complexidade da litigação (Vasudonav, 2023).

A IA introduz novas formas de acidentes, como stress mental decorrente de monitorização constante ou problemas ergonómicos resultantes da interação com sistemas automatizados. Estes danos desafiam os sistemas de compensação de trabalhadores, que frequentemente não cobrem danos psicológicos ou riscos novos relacionados com a IA, exigindo reformas legais (Mpedi e Marwala, 2025).

Em suma, o desenvolvimento e a implementação responsável de sistemas de IA exigem um quadro jurídico que garanta justiça e responsabilização para as vítimas de acidentes. As

## **O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho**

propostas da UE, como a Diretiva de Responsabilidade Civil por IA e as alterações ao regime de responsabilidade por produtos defeituosos, representam avanços significativos ao aliviar o ónus da prova para as vítimas e facilitar o acesso a provas. Estas reformas oferecem lições importantes para outras jurisdições, destacando a necessidade de adaptar o direito da responsabilidade civil à era digital. A criação de um equilíbrio entre incentivar a inovação em IA segura e proteger as vítimas de acidentes é essencial para promover o desenvolvimento responsável desta tecnologia em rápida evolução.

## **Conclusão**

A inteligência artificial tem emergido como uma força transformadora, com impacto significativo em diversas áreas, incluindo a segurança e saúde no trabalho. Esta dissertação explorou, a evolução histórica e conceptual da IA, a sua integração estratégica em Portugal através da AI Portugal 2030, os princípios regulatórios do AI Act e as suas implicações diretas na prevenção de acidentes de trabalho.

No contexto da segurança no trabalho, o AI Act é particularmente relevante ao estabelecer padrões para tecnologias como equipamentos de proteção individual com IA, que têm o potencial de reduzir acidentes através de monitorização em tempo real e deteção de riscos. Contudo, os benefícios destes equipamentos como maior precisão na prevenção de acidentes e melhoria das condições de trabalho, devem ser equilibrados com os seus contras, incluindo custos elevados, dependência tecnológica e questões de privacidade. Casos reais demonstram tanto o potencial transformador da IA como os desafios associados à sua implementação, nomeadamente no que toca à responsabilidade em caso de falhas.

A integração da IA na segurança e saúde no trabalho representa, portanto, uma oportunidade para reduzir acidentes e melhorar as condições laborais, mas exige uma abordagem cautelosa. A responsabilidade por falhas em equipamentos baseados em IA levanta questões complexas sobre a atribuição de culpa, seja ao fabricante, ao empregador ou ao próprio sistema.

## Bibliografia

### Doutrina

Quintas, P. (2023), Manual de Direito da Segurança e Saúde no Trabalho (5º ed) Almedina

Dray, G. (2025), Lições de Direito do Trabalho (2ª ed). Almedina

Gonzalez, D. (2022). Artificial intelligence, artigo de Fernando Guillem in the Seguritecnia.

### WebGrafia

Barros, G. (2024). Artigo disponível em: <https://www.gee.gov.pt/pt/documentos/estudos-e-seminarios/artigos/10243-gee-em-analise-regulamento-da-inteligencia-artificial/file>

Cybersecurity and Infrastructure Security Agency. (2024). Annual report on cybersecurity incidents in industrial environments. <https://www.cisa.gov>

Electronic Privacy Information Center. (2024). AI surveillance systems and worker privacy risks. <https://www.epic.org>

Encord. (2023). Challenges in computer vision for PPE detection in construction. Encord Blog. <https://www.encord.com/blog>

Equal Employment Opportunity Commission. (2024). Guidance on AI and anti-discrimination laws. <https://www.eeoc.gov>

<http://jmc.stanford.edu/artificial-intelligence/what-is-ai/index.html>

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

[https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0004.02/DOC\\_2&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_2&format=PDF)

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>

<https://www.cigionline.org/articles/who-is-liable-for-ai-driven-accidents-the-law-is-still-emerging/>

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

<https://www.enhesa.com/resources/article/why-think-twice-about-smart-personal-protective-equipment/>

<https://www.fisherphillips.com/en/news-insights/artificial-intelligence-for-the-safety-professional-benefits-risks-legal-implications.html>

<https://www.lawfaremedia.org/article/thinking-about-risks-ai-accidents-misuse-and-structure>

<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-full-potential-at-work>

<https://www.morganlewis.com/pubs/2024/07/ai-in-the-workplace-the-new-legal-landscape-facing-us-employers>

<https://www.oceanwinds.com/news/uncategorized/ocean-winds-and-zelim-join-forces-to-enhance-safety-at-floating-offshore-wind-farms-with-an-innovative-ai-person-overboard-and-object-detection-technology/>

<https://www.offshorewind.biz/2024/02/02/new-pilot-project-looking-to-save-lives-by-using-ai-tech/>

<https://www.protex.ai/guides/advanced-guide-on-workplace-ai-safety>

<https://www.tacniq.ai/blogs/proactive-predictive-and-powered-by-ai-is-your-ppe-there-yet>

<https://www.unesco.org/en/articles/recommendation-ethics-artificial-intelligence>

Li, C.H., Liang, V., Chow, Y.T., Ng, H.-Y., & Li, S.-P. (2022). A mixed reality-based platform towards human-cyber-physical systems with IoT wearable device for Occupational Safety and Health training. *Appl Sci*, 12, 12009

Li, J., Zhang, H., & Liu, Y. (2023). Computer vision systems for PPE detection in construction: A systematic review. *Artificial Intelligence Review*, 56(8), 7895–7920. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10347-6>

Livro verde do futuro da Segurança e saúde no trabalho: [https://www.dgert.gov.pt/wp-content/uploads/2024/11/LivroVerde-SST\\_17.06.2024.pdf](https://www.dgert.gov.pt/wp-content/uploads/2024/11/LivroVerde-SST_17.06.2024.pdf)

## O impacto da inteligência artificial nos acidentes de trabalho

National Safety Council. (2024). Cost analysis of AI-based PPE monitoring systems. <https://www.nsc.org>

Occupational Safety and Health Administration. (2024). Guidelines for implementing AI in workplace safety. <https://www.osha.gov>

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

Santos, R., & Almeida, F. (2022). Algorithmic errors in PPE detection: Implications for construction safety. *Frontiers in Built Environment*, 8, 927–945. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.927945>

Saraiva, S. (2023). A extensão do conceito de acidente de trabalho. Os acidentes in itinere. In S. S., Saraiva, *Direito do Trabalho e da Empresa* (p. 462). Centro de Estudos Judiciários. <https://cej.justica.gov.pt/LinkClick.aspx?fileticket=nHnGtCjWQaw%3D&portalid=30>

[sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)

Smith, A., & Johnson, L. (2023). The impact of workplace monitoring technologies on employee trust. *Harvard Business Review*, 101(4), 56–63. <https://www.hbr.org>

Wang, X., Chen, T., & Lee, S. (2023). Implementation challenges of AI in industrial safety systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 19(5), 4321–4330. <https://doi.org/10.1109/TII.2022.3209876>